

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月19日  
Date of Application:

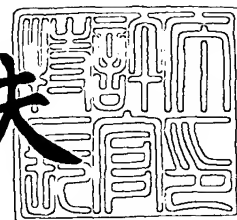
出願番号 特願2002-274155  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2002-274155]

出願人 株式会社ナムコ  
Applicant(s):

2003年 8月 4日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P02NA034

【提出日】 平成14年 9月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 15/00  
G06T 17/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式会社ナムコ内

    【氏名】 大場 康雄

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式会社ナムコ内

    【氏名】 金子 晃也

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式会社ナムコ内

    【氏名】 長岡 洋樹

【特許出願人】

    【識別番号】 000134855

    【氏名又は名称】 株式会社ナムコ

【代理人】

    【識別番号】 100090033

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 荒船 博司

【選任した代理人】

    【識別番号】 100093045

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 荒船 良男

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 027188

    【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像生成情報、情報記憶媒体及び画像生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所与の視点から見た立体物の画像を生成し、生成した画像の色情報を描画バッファに書き込むことによって前記立体物を描画するコンピュータに類する装置を

前記立体物表面の法線を演算する法線演算手段、

前記視点に基づいて前記立体物を投影することによって得られる前記立体物の描画域中にサンプリング点を複数設定する標本点設定手段、

サンプリング点に対応する前記立体物表面の位置の、前記法線演算手段によって演算された法線に基づいて所与のブラシ画像の配置角度を決定し、前記描画バッファ中の当該サンプリング点に対応する位置に、前記ブラシ画像を前記決定した配置角度で配置する処理を前記標本点設定手段によって設定された各サンプリング点について行うことにより前記立体物を描画する描画手段、

として機能させるための画像生成情報。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像生成情報であって、

前記法線演算手段は、前記視点の視線方向に直交する第 1 方向を光線方向とする第 1 光源と、前記視点の視線方向に直交する第 2 方向を光線方向とする第 2 光源とを設定し、前記第 1 光源及び第 2 光源の光線を前記立体物に当てて、前記視点に基づく所定のレンダリング処理を実行して当該立体物表面の法線を色情報で表した法線画像を生成することにより、前記立体物表面の法線を演算し、

前記標本点設定手段は、前記法線演算手段によって生成された法線画像中にサンプリング点を複数設定し、

前記描画手段は、サンプリング点の色情報に基づいて所与のブラシ画像の配置角度を決定し、前記描画バッファ中の当該サンプリング点に対応する位置に、前記ブラシ画像を前記決定した配置角度で配置する処理を前記標本点設定手段によって設定された各サンプリング点について行うことにより前記立体物を描画する

、ことを特徴とする画像生成情報。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の画像生成情報であって、

前記描画バッファは、画素毎に R G B 値を格納可能に形成されており、

前記法線演算手段は、前記第 1 光源の光線色を R G B の内の何れか 1 色とし、  
前記第 2 光源の光線色を R G B の残る 2 色の内の 1 色として前記レンダリング処理を行って、画素毎の R G B 値を演算することにより前記法線画像を生成し、

前記描画手段は、前記法線画像の R G B 値の内、前記第 1 光源の光線色の値と  
前記第 2 光源の光線色の値とに基づいて当該サンプリング点の法線相当方向を演算することにより、当該サンプリング点における前記ブラシ画像の配置角度を決定する、ことを特徴とする画像生成情報。

**【請求項 4】**

請求項 2 又は 3 に記載の画像生成情報であって、

前記立体物が配置されるオブジェクト空間の光源設定を行う空間光源設定手段として前記装置を機能させるための情報を更に含み、

前記描画手段は、前記法線演算手段によって演算された法線の方向に前記空間光源設定手段により設定された光源の光線方向を合成することによって前記ブラシ画像の配置角度を決定する、ことを特徴とする画像生成情報。

**【請求項 5】**

請求項 2 ～ 4 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

前記法線演算手段によって生成された法線画像の所与の位置から前記標本点設定手段によって設定された複数のサンプリング点それぞれへの方向を演算する方向演算手段を前記装置に機能させるための情報を更に含み、

前記描画手段は、前記法線画像の色情報に基づいて求まる方向に前記方向演算手段によって演算された方向を合成することによって前記ブラシ画像の配置角度を決定する、ことを特徴とする画像生成情報。

**【請求項 6】**

請求項 4 に記載の画像生成情報であって、

前記法線演算手段によって生成された法線画像の所与の位置から前記標本点設

定手段によって設定された複数のサンプリング点それぞれへの方向を演算する方向演算手段を前記装置に機能させるための情報を更に含み、

前記描画手段は、前記空間光源設定手段により設定された光源の光線方向と、前記方向演算手段によって演算された方向とを、前記法線画像の色情報に基づいて求まる角度情報に合成することによって前記ブラシ画像の配置角度を決定する、ことを特徴とする画像生成情報。

#### 【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

前記立体物が配置されるオブジェクト空間の光源設定を行う空間光源設定手段として前記装置を機能させるための情報と、

前記視点及び前記空間光源設定手段により設定された光源に基づく所定のレンダリング処理を行うことにより、前記立体物の陰影情報を算出する陰影情報算出手段として前記装置を機能させるための情報と、

を更に含み、

前記標本点設定手段は、前記陰影情報算出手段により算出された陰影情報に基づいて、サンプリング点を設定することを特徴とする画像生成情報。

#### 【請求項 8】

請求項 7 に記載の画像生成情報であって、

前記標本点設定手段は、前記陰影情報に基づいて、低輝度部分の方が高輝度部分に対してサンプリング点の密集度が高くなるように、サンプリング点を設定することを特徴とする画像生成情報。

#### 【請求項 9】

請求項 7 又は 8 に記載の画像生成情報であって、

前記描画手段は、前記陰影情報算出手段によって算出された陰影情報に基づいて前記ブラシ画像の輝度情報を可変することを特徴とする画像生成情報。

#### 【請求項 1 0】

請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

前記描画手段は、所与の色情報を基に前記ブラシ画像の輝度情報で輝度を調整した色情報を前記描画バッファに書き込むことにより前記ブラシ画像を配置する

処理を行うことを特徴とする画像生成情報。

【請求項 1 1】

請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

前記描画手段は、サンプリング点に対応する前記立体物表面の色情報を基に前記ブラシ画像の輝度情報で輝度を調整した色情報を前記描画バッファに書き込むことにより前記ブラシ画像を配置する処理を行うことを特徴とする画像生成情報。

【請求項 1 2】

請求項 1 ～ 1 1 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

前記標本点設定手段は、前記視点と前記立体物間の距離に応じてサンプリング点の数を可変することを特徴とする画像生成情報。

【請求項 1 3】

請求項 1 ～ 1 2 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

前記視点と前記立体物間の距離に応じてブラシ画像の大きさを可変するブラシサイズ可変手段として前記装置を機能させるための情報を更に含み、

前記描画手段は、前記ブラシサイズ可変手段によって大きさが可変されたブラシ画像を基に前記立体物の描画を行う、ことを特徴とする画像生成情報。

【請求項 1 4】

請求項 1 ～ 1 3 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

複数のブラシ画像の情報と、

前記複数のブラシ画像の内、所与の条件に応じてブラシ画像を択一的に選択するブラシ選択手段として前記装置を機能させるための情報と、  
を更に含み、

前記描画手段は、前記ブラシ選択手段によって選択されたブラシ画像を基に前記立体物の描画を行う、ことを特徴とする画像生成情報。

【請求項 1 5】

請求項 1 ～ 1 4 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

前記描画手段は、ブラシ画像を配置する際に、当該ブラシ画像の配置位置から所与の方向に向けて、一部重畳するように当該ブラシ画像を所定数配置すること

を特徴とする画像生成情報。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の画像生成情報であって、

前記描画手段は、ブラシ画像を配置する際に、当該ブラシ画像の配置角度に基づいた所与の方向に向けて、一部重畳するように当該ブラシ画像を所定数配置することを特徴とする画像生成情報。

【請求項 1 7】

請求項 1 ～ 1 6 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

前記標本点設定手段は、設定したサンプリング点の位置を時間経過に応じてずらし、

前記描画手段は、前記標本点設定手段によってずらされたサンプリング点に基づいて前記立体物の描画を行う、ことを特徴とする画像生成情報。

【請求項 1 8】

請求項 1 ～ 1 7 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、

前記描画手段は、配置したブラシ画像の配置角度を時間経過に応じてずらして前記立体物の描画を行うことを特徴とする画像生成情報。

【請求項 1 9】

請求項 1 ～ 1 8 の何れか一項に記載の画像生成情報を記憶したコンピュータ読取可能な情報記憶媒体。

【請求項 2 0】

所与の視点から見た立体物の画像を生成し、生成した画像の色情報を描画バッファに書き込むことによって前記立体物を描画する画像生成装置であって、

前記立体物表面の法線を演算する法線演算手段と、

前記視点に基づいて前記立体物を投影することによって得られる前記立体物の描画域中にサンプリング点を複数設定する標本点設定手段と、

サンプリング点に対応する前記立体物表面の位置の、前記法線演算手段によって演算された法線に基づいて所与のブラシ画像の配置角度を決定し、前記描画バッファ中の当該サンプリング点に対応する位置に、前記ブラシ画像を前記決定した配置角度で配置する処理を前記標本点設定手段によって設定された各サンプリ



ング点について行うことにより前記立体物を描画する描画手段と、  
を備えることを特徴とする画像生成装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、所与の視点から見た立体物の画像を生成し、生成した画像の色情報を描画バッファに書き込むことによって前記立体物を描画するための画像生成情報等に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

近年のコンピュータ・グラフィックス（以下、適宜「CG」という。）の技術の多くは、より写実的な画像を得るためのものであるが、絵画風の画像（以下、適宜「NPR画像（ノン・フォトリアリスティック・レンダリング画像）」と言う）を得るための研究も種々成されている。

##### 【0003】

絵画風の画像の内、特にセルアニメ調の画像を得るための技術開発が盛んである。セルアニメ調の画像は、いわゆるベタ塗りと言われる、階調の少ない画像であるが、単調な色彩の上に縁取られる輪郭によって、キャラクターの豊かな表情が表現される。セルアニメ調の画像を得るための技術として、3次元CGのレンダリング処理を利用してセルアニメ調の彩色を決定する技術（特許文献1）や、輪郭を生成するための技術が知られている（特許文献2）。

##### 【0004】

一方、セルアニメ調でない絵画風の画像として、油絵のような手書き風の画像を生成する技術研究も行われている。実写画像から手書き風画像に変換する技術として、エッジ検出フィルタを用いてエッジ強度とその傾きを検出し、タッチ（本願におけるブラシ画像）の形状を決定する技術が知られている（特許文献3）。

##### 【0005】

#### 【特許文献1】

特許第 3 2 3 1 0 2 9 号公報

【特許文献 2】

特許第 3 2 5 3 0 2 0 号公報

【特許文献 3】

特許第 2 8 6 2 0 8 0 号公報

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、手書き風の画像を生成する技術においては、画像処理に関するコスト（特に時間）が膨大であり、より短時間で効果的な手書き風の画像を得る技術が求められている。特許文献 3 の技術も、より短時間に手書き風の画像を得ることを目的とするものであるが、実写画像にエッジ検出フィルタをかけることによって検出された輪郭線方向にタッチを書き込んでいくものであるため、必ずしも輪郭を正確に検出できるわけではない。従って、実写画像の中から正確にモデルの部分を抽出できず、誤った方向にタッチを書き込むといった事象が起り得た。

【0 0 0 7】

3 次元 C G においては、オブジェクト空間に複数のプリミティブ面（例えばポリゴン）から成る立体物を配置し、レンダリングを行うことによって所与の視点から見た 2 次元の画像を生成する。このため、立体物の輪郭部分等は、オブジェクト空間の座標系で特定することができる。また、座標系が定義されたオブジェクト空間に立体物を配置するため、演算によって所望の部位の座標を正確に求めることができる。但し、これらの座標計算は、コスト（特に時間）に相反する問題である。特に、ゲーム機等において、リアルタイムに画像を生成する（1 フレーム毎に画像を生成する）ような場合においては、コスト（特に時間）の問題は切実である。

【0 0 0 8】

本発明の課題は、オブジェクト空間に立体物を配置する場合において、絵画風の画像をより高速に作成することである。

【0 0 0 9】

**【課題を解決するための手段】**

以上の課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明の画像生成情報は、所与の視点から見た立体物（例えば、図 4 のオブジェクト A）の画像を生成し、生成した画像の色情報を描画バッファ（例えば、図 1 の描画バッファ 1 1 1 5）に書き込むことによって前記立体物を描画するコンピュータに類する装置（例えば、図 1 の画像生成装置 1 1 0 0）を、

前記立体物表面の法線を演算する法線演算手段（例えば、図 2 の画像生成演算部 2 2）、前記視点に基づいて前記立体物を投影することによって得られる前記立体物の描画域中にサンプリング点を複数設定する標本点設定手段（例えば、図 2 のレタッチ演算部 2 2 6）、サンプリング点に対応する前記立体物表面の位置の、前記法線演算手段によって演算された法線に基づいて所与のブラシ画像の配置角度を決定し、前記描画バッファ中の当該サンプリング点に対応する位置に、前記ブラシ画像を前記決定した配置角度で配置する処理を前記標本点設定手段によって設定された各サンプリング点について行うことにより前記立体物を描画する描画手段（例えば、図 2 の画像生成演算部 2 2）、として機能させる。

**【0 0 1 0】**

また、請求項 2 0 の発明の画像生成装置は、所与の視点から見た立体物の画像を生成し、生成した画像の色情報を描画バッファに書き込むことによって前記立体物を描画する画像生成装置であって、前記立体物表面の法線を演算する法線演算手段と、前記視点に基づいて前記立体物を投影することによって得られる前記立体物の描画域中にサンプリング点を複数設定する標本点設定手段と、サンプリング点に対応する前記立体物表面の位置の、前記法線演算手段によって演算された法線に基づいて所与のブラシ画像の配置角度を決定し、前記描画バッファ中の当該サンプリング点に対応する位置に、前記ブラシ画像を前記決定した配置角度で配置する処理を前記標本点設定手段によって設定された各サンプリング点について行うことにより前記立体物を描画する描画手段と、を備えることを特徴とする。

**【0 0 1 1】**

ここで法線演算手段は、請求項 2 のように法線の演算を実現することとしても

よい。すなわち、請求項 2 の発明は、請求項 1 に記載の画像生成情報であって、

前記法線演算手段は、前記視点の視線方向に直交する第 1 方向を光線方向とする第 1 光源（例えば、図 4 の赤色平行光源  $L_{r-1}$ 、 $L_{r-2}$ ）と、前記視点の視線方向に直交する第 2 方向を光線方向とする第 2 光源（例えば、図 4 の緑色平行光源  $L_{g-1}$ 、 $L_{g-2}$ ）とを設定し、前記第 1 光源及び第 2 光源の光線を前記立体物に当てて、前記視点に基づく所定のレンダリング処理を実行して、当該立体物表面の法線を色情報で表した法線画像を生成することにより、前記立体物の法線を演算し、前記標本点設定手段は、前記法線演算手段によって生成された法線画像中にサンプリング点を複数設定し、前記描画手段は、サンプリング点の色情報に基づいて所与のブラシ画像（例えば、図 8（c）のブラシ画像 7 3 4）の配置角度を決定し、前記描画バッファ中の当該サンプリング点に対応する位置に、前記ブラシ画像を前記決定した配置角度で配置する処理を前記標本点設定手段によって設定された各サンプリング点について行うことにより前記立体物を描画することを特徴とする。

#### 【0 0 1 2】

ここで、本明細書において「描画する」とは、描画バッファ（例えばフレームバッファ）に色情報を書き込むことを意味する。また、画像生成情報とは、コンピュータに類する装置（例えば、電子計算機）によって実行可能なプログラムに準じた情報の意味である。

#### 【0 0 1 3】

この請求項 2 に記載の発明によれば、法線演算手段によって生成される法線画像は、立体物表面の法線が色情報として表現された画像であるため、例えば、立体物の表面に沿った配置角度でブラシ画像を配置するといった描画手段による描画を簡単に実現することができる。具体的には、第 1 光源と第 2 光源とによって、視線方向に直交する 2 方向から、立体物に光が当てられるため、その 2 方向からの光によって表される立体物表面の色情報が、そのまま法線に相当する情報となる。すなわち、視点から見れば、第 1 光源の光線の色情報に基づけば、立体物表面の第 1 方向に対する角度を推定することができ、第 2 光源の光線の色情報に基づけば、立体物表面の第 2 方向に対する角度を推定することができる。よって

、法線画像には、視点からみて、立体物表面の法線の方向が、色情報となって表されることとなる。法線演算手段によって実行されるレンダリング処理自体は、公知のレンダリング処理と同様であって、一般的な画像生成装置に実装される、所謂レンダリング・エンジンと称されるDSP等のハードウェアによって実行可能な処理である。こういったハードウェアを実装した画像生成装置においては、本発明は一層有効である。

#### 【0014】

また、法線画像と描画バッファに書き込まれる画像の大きさは、必ずしも同一である必要はない。法線演算手段は、レンダリング処理において、モデル空間に立体物を配置し、そのモデル空間上の立体物を、オブジェクト空間と同一の視点（視点方向）から見てレンダリングすることとする。そしてレンダリングによって生成されたモデル空間の立体物の画像を、描画バッファに書き込む（即ち、描画する）ことによって、立体物を描画することとしても良い。この場合には、法線演算手段は、視点から見えるオブジェクト空間全体をレンダリングする必要がないため、より高速な、コストの低い（処理時間の短い）処理を実現することができる。

#### 【0015】

また、描画手段による配置角度で配置する処理は、例えば、ブラシ画像に基準方向及び回転中心点を定義付けておき、ブラシ画像の基準方向及び回転基準点と、配置角度とに基づいて、ブラシ画像の配置方向を決めることとしても良い。

#### 【0016】

請求項2に記載の画像生成情報においては、より高速な処理を実現する発明として、請求項3に記載の発明がある。即ち、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の画像生成情報であって、前記描画バッファは、画素毎にRGB値を格納可能に形成されており、前記法線演算手段は、前記第1光源の光線色をRGBの内の何れか1色とし、前記第2光源の光線色をRGBの残る2色の内の1色として前記レンダリング処理を行って、画素毎のRGB値を演算することにより前記法線画像を生成し、前記描画手段は、前記法線画像のRGB値の内、前記第1光源の光線色の値と前記第2光源の光線色の値とに基づいて当該サンプリング点の

法線相当方向を演算することにより、当該サンプリング点における前記ブラシ画像の配置角度を決定する、ことを特徴とする。

#### 【0017】

この請求項3に記載の発明によれば、描画バッファは、画素毎にRGB（本明細書において、RGBとは、赤、緑、青の色の3原色のことを意味する。）値を格納する。このため、第1光源の光線色を例えばR（赤）とし、第2光源の光線色を例えばG（緑）とすれば、法線画像はRとGとの各色の値で表現されることとなる。このため、描画手段による法線相当方向の演算において、法線画像のRとGとの色の値を読み出せば演算を実行できるため、容易に法線相当方向を演算することができる。

#### 【0018】

なお、第1光源の光線方向と第2光源の光線方向とを直交する方向とすることにより、更に法線相当方向の演算を簡単にすることができる。

#### 【0019】

また、請求項4に記載の発明は、請求項2又は3に記載の画像生成情報であって、前記立体物が配置されるオブジェクト空間の光源（例えば、図6の光源L）設定を行う空間光源設定手段（例えば、図2のライティング設定731）として前記装置を機能させるための情報を更に含み、前記描画手段は、前記法線演算手段によって演算された法線の方向（例えば、図6のノーマルベクトルVN）に前記空間光源設定手段により設定された光源の光線方向（例えば、図6の光線ベクトルVL2）を合成することによって前記ブラシ画像の配置角度を決定する、ことを特徴とする。

#### 【0020】

この請求項4に記載の発明によれば、立体物が配置されるオブジェクト空間の光源の光線方向が加味されて、ブラシ画像の配置角度が決定されることとなる。従って、オブジェクト空間の光源に考慮した、矛盾のない画像を生成することができる。

#### 【0021】

より詳細に説明する。例えば、立体物の表面に沿ってブラシ画像を配置する場

合を考える。この請求項 4 に記載の発明を適用しなかった場合には、ブラシ画像の模様が立体物の表面形状に沿って表れた画像となるが、オブジェクト空間の光の当たり具合によっては、その画像は矛盾するものとなり得る。より具体的に説明する。画像においては、光源は非常に重要な要素であるため、明るい部分を明るく、暗い部分を暗い色調で表現するのが通常である。しかし、光の明暗に関係なく、立体物の表面に沿ってブラシ画像を配置した場合には、ブラシ画像の模様によって、光の明暗とは無関係な柄が立体物表面に描かれることとなる。これは観者に違和感を与えるものである。請求項 3 に記載の発明によれば、オブジェクト空間に設定される光源の光線方向によって、ブラシ画像の配置角度が、いわば補正することとなるため、この違和感を取り除き、オブジェクト空間の光源に考慮した、矛盾のない画像を生成することができる。

#### 【0022】

また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 2 ～ 4 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、前記法線演算手段によって生成された法線画像の所与の位置（例えば、図 6 の画像中心  $O_b$  ; オブジェクト A の中心位置）から前記標本点設定手段によって設定された複数のサンプリング点それぞれへの方向を演算する方向演算手段（例えば、図 6 の視線ベクトル  $V_E$ ）を前記装置に機能させるための情報を更に含み、前記描画手段は、前記法線画像の色情報に基づいて求まる方向（例えば、図 6 のノーマルベクトル  $V_N$ ）に前記方向演算手段によって演算された方向を合成することによって前記ブラシ画像の配置角度を決定する、ことを特徴とする。

#### 【0023】

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 4 に記載の画像生成情報であって、前記法線演算手段によって生成された法線画像の所与の位置から前記標本点設定手段によって設定された複数のサンプリング点それぞれへの方向を演算する方向演算手段（例えば、図 2 のノーマルベクトル補正部 224）を前記装置に機能させるための情報を更に含み、前記描画手段は、前記空間光源設定手段により設定された光源の光線方向（例えば、図 6 の光線ベクトル  $V_{L2}$ ）と、前記方向演算手段によって演算された方向（例えば、図 6 の視線ベクトル  $V_E$ ）とを、前記法線

画像の色情報に基づいて求まる角度情報（例えば、図6のノーマルベクトル $V_N$ ）に合成することによって前記ブラシ画像の配置角度を決定する、ことを特徴とする。

#### 【0024】

例えば、視点が立体物を直視している場合には、画像の中心部分に立体物が描画される。一方、視点が立体物を斜視している場合には、画像の中心部分には立体物が描画されない。すなわち、画像の中心位置は、視点の視線方向となる。ところで、1つの立体物を絵画表現する場合、立体物の略中央を中心して、円弧状にブラシ画像を配置することができれば、より立体感のある表現を実現することができる。この請求項5、6に記載の発明によれば、例えば、法線画像の所与の位置を、法線画像における立体物の中心とすることにより、この表現を実現することができる。

#### 【0025】

また、所与の位置を、注視点の位置とすることにより、注視点を中心とした円弧状にブラシ画像を配置するように、ブラシ画像の配置角度を補正するといったこともできる。この場合には、注視点を中心した、画像の柄（ブラシ画像の模様）が表現されるため、観者の視線を誘引することができる。なお、方向演算手段によって演算された方向を合成する際の合成割合については適宜設定可能であり、例えば、所定の位置を注視点の位置とした場合、観者の視線をどの程度注視点に向けさせたいかによって、合成割合を可変することとしても良い。例えば、注視点に対する注視度といったものを予め設定し、その注視度に応じて、合成割合を可変することとしても良い。

#### 【0026】

また、請求項7に記載の発明は、請求項1～6の何れか一項に記載の画像生成情報であって、前記立体物が配置されるオブジェクト空間の光源設定を行う空間光源設定手段（例えば、図2の画像生成演算部22）として前記装置を機能させるための情報と、前記視点及び前記空間光源設定手段により設定された光源に基づく所定のレンダリング処理を行うことにより、前記立体物の陰影情報を算出する陰影情報算出手段（例えば、図2の画像生成演算部22、図15のステップS



102) として前記装置を機能させるための情報と、を更に含み、前記標本点設定手段は、前記陰影情報算出手段により算出された陰影情報に基づいて、サンプリング点を設定する（例えば、図8のサンプリング点P）ことを特徴とする。

#### 【0027】

この請求項7に記載の発明によれば、標本点設定手段は、オブジェクト空間の光源が作用して施される立体物の陰影の情報に基づいて、サンプリング点を設定する。ブラシ画像を配置する際、重畳して配置すればするほど、ブラシ画像の色が濃く反映されることとなる。したがって、例えば、請求項8に記載の発明のように、請求項7に記載の画像生成情報における標本点設定手段が、前記陰影情報に基づいて、低輝度部分の方が高輝度部分に対してサンプリング点の密集度が高くなるように、サンプリング点を設定することとしても良い。

#### 【0028】

また、請求項9に記載の発明のように、請求項7又は8に記載の画像生成情報における描画手段が、前記陰影情報算出手段によって算出された陰影情報に基づいて前記ブラシ画像の輝度情報を可変する（例えば、図17のステップS318～S320）こととしても良い。

#### 【0029】

この請求項9に記載の発明によれば、陰影画像の高輝度部分はブラシ画像の輝度を高くし、低輝度部分はブラシ画像の輝度を低くすることによって、オブジェクト空間における立体物の陰影をより正確に表現することができる。なお、ブラシ画像の「輝度を低くする」ことは、色情報を無くすことをも含む意味である。

#### 【0030】

また、請求項10に記載の発明は、請求項1～9の何れか一項に記載の画像生成情報であって、前記描画手段は、所与の色情報を基に前記ブラシ画像の輝度情報で輝度を調整した色情報を前記描画バッファに書き込むことにより前記ブラシ画像を配置する処理を行う（例えば、図27のステップS414～S430）ことを特徴とする。

#### 【0031】

この請求項10に記載の発明によれば、描画バッファに書き込まれる色情報は

、ブラシ画像の輝度情報で調整された色情報となる。従って、絵画調の画像表現に必須な輝度情報を保持したまま、ブラシ画像の色情報を可変することができる。

#### 【0032】

例えば、請求項 11 に記載の発明のように、請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の画像生成情報において、前記描画手段が、サンプリング点に対応する前記立体物表面の色情報を基に前記ブラシ画像の輝度情報で輝度を調整した色情報を前記描画バッファに書き込むことにより前記ブラシ画像を配置する処理を行う（例えば、図 27 のステップ S414 ～ S430）こととしても良い。

#### 【0033】

この請求項 11 に記載の発明によれば、立体物表面の色情報を反映させたブラシ画像とすることができる。

#### 【0034】

また、請求項 12 に記載の発明は、請求項 1 ～ 11 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、前記標本点設定手段は、前記視点と前記立体物間の距離に応じてサンプリング点の数を可変することを特徴とする。

#### 【0035】

この請求項 12 に記載の発明によれば、例えば、視点と立体物間の距離が短くなる程サンプリング点の数を多くし、長くなる程少なくする、といったことが可能となる。即ち、視点と立体物間の距離と、コスト（処理時間や、絵画調に見える度合）とを考慮して、絵画調の画像を生成することができる。

#### 【0036】

また、請求項 13 に記載の発明は、請求項 1 ～ 12 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、前記視点と前記立体物間の距離に応じてブラシ画像の大きさを可変するブラシサイズ可変手段として前記装置を機能させるための情報を更に含み、前記描画手段は、前記ブラシサイズ可変手段によって大きさが可変されたブラシ画像を基に前記立体物の描画を行うことを特徴とする。

#### 【0037】

この請求項 13 に記載の発明によれば、例えば、視点と立体物間の距離が短く

なる程ブラシ画像の大きさを大きくし、長くなる程ブラシ画像の大きさを小さくするといったことが可能である。即ち、視点と立体物間の距離と、コスト（処理時間や、絵画調に見える度合）とを考慮して、絵画調の画像を生成することができる。

#### 【0038】

また、請求項14に記載の発明は、請求項1～13の何れか一項に記載の画像生成情報であって、複数のブラシ画像の情報（例えば、図14のブラシ画像734）と、前記複数のブラシ画像の内、所与の条件に応じてブラシ画像を択一的に選択するブラシ選択手段（例えば、図18のレタッチ演算部226、図20の使用ブラシ716b、図27のステップS406））として前記装置を機能させるための情報と、を更に含み、前記描画手段は、前記ブラシ選択手段によって選択されたブラシ画像を基に前記立体物の描画を行うことを特徴とする。

#### 【0039】

この請求項14に記載の発明によれば、ブラシ画像を可変して立体物の描画を行うことができるため、多種多様なタッチの立体物の画像を作成することができる。ブラシ選択手段によるブラシ画像の選択の条件としては、例えば、オブジェクト空間における立体物の陰影（輝度）に応じたものであってもよい。即ち、輝度が閾値に達している位置（サンプリング位置）には第1のブラシ画像を選択し、閾値に達していない位置（サンプリング位置）には第2のブラシ画像を選択する。第2のブラシ画像に比べて、第1のブラシ画像の方を、輝度の低い画像或いは大きさの大きい画像とすることにより、オブジェクト空間における立体物の陰影をより正確に表現することができる。

#### 【0040】

また、請求項15に記載の発明は、請求項1～14の何れか一項に記載の画像生成情報であって、前記描画手段は、ブラシ画像を配置する際に、当該ブラシ画像の配置位置から所与の方向に向けて、一部重畳するように当該ブラシ画像を所定数配置する（例えば、図26のブラシ画像734-1～734-3、図28のステップS438）ことを特徴とする。

#### 【0041】

この請求項 15 に記載の発明によれば、例えば、1 つのサンプリング点について、ブラシ画像を複数、一部重畳するように配置できるため、絵画調の画像の生成をより高速に実現することができる。また、サンプリング点の色情報から求められる法線相当方向にブラシ画像を一部重畳するように複数配置しても良い。この場合には、高速な描画と、立体物の表面に沿った違和感の生じ難い画像の生成とを実現することができる。

#### 【0042】

なお、請求項 16 に記載の発明のように、請求項 15 に記載の画像生成情報における描画手段は、ブラシ画像を配置する際に、当該ブラシ画像の配置角度に基づいた所与の方向に向けて、一部重畳するように当該ブラシ画像を所定数配置することとしても良い。この場合には、高速な描画と、より違和感の少ない画像の生成とを実現することができる。

#### 【0043】

また、請求項 17 に記載の発明は、請求項 1 ～ 16 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、前記標本点設定手段は、設定したサンプリング点の位置を時間経過に応じてずらし（例えば、図 28 のステップ S 432 ～ S 434）、前記描画手段は、前記標本点設定手段によってずらされたサンプリング点に基づいて前記立体物の描画を行う、ことを特徴とする。

#### 【0044】

この請求項 17 に記載の発明によれば、立体物や視点が動いていない場合であっても、標本点設定手段によるサンプリング点のずらしによって、絵画調な立体物が存在しているという感覚（立体物表面がざわざわしたような感覚）を与えることができる。

#### 【0045】

また、請求項 18 に記載の発明は、請求項 1 ～ 17 の何れか一項に記載の画像生成情報であって、前記描画手段は、配置したブラシ画像の配置角度を時間経過に応じてずらして前記立体物の描画を行う（例えば、図 28 のステップ S 436）ことを特徴とする。

#### 【0046】

この請求項 18 に記載の発明によれば、立体物や視点が動いていない場合であっても、描画手段によるブラシ画像の配置角度のずらしによって、絵画調な立体物が存在しているという感覚（立体物表面がざわざわしたような感覚）を与えることができる。

#### 【0047】

また、請求項 19 に記載の発明のように、請求項 1 ～ 18 の何れか一項に記載の画像生成情報を記憶したコンピュータ読取可能な情報記憶媒体を構成することとしても良い。

#### 【0048】

##### 【発明の実施の形態】

##### 〔第 1 の実施の形態〕

図 1 ～ 図 17 及び図 30 を参照して、本発明を適用した第 1 の実施の形態について説明する。本実施の形態では、オブジェクト空間（3 次元仮想空間）に配置したオブジェクトを所与の視点から見た画像を元に、手書き風のタッチの入った NPR 画像を生成するために必要なレタッチ画像（タッチが施された画像；タッチの情報が含まれる画像）を生成する場合を例に挙げて説明する。

#### 【0049】

ここで言う「手書き風のタッチ」とは、例えば油絵の場合、画布であるキャンバスに筆で絵具を塗りつけてゆくことによって生じる筆跡に相当する濃淡である。レタッチ画像には、筆跡に相当する輝度情報が記憶されている。

#### 【0050】

##### 〔構成の説明〕

図 1 は、本実施の形態における画像生成装置 1100 の構成の一例を示す図である。同図に示すように、画像生成装置 1100 は装置本体 1110 と、モニタ 1104 と、キーボード 1106 と、マウス 1108 とを備える。

#### 【0051】

装置本体 1110 は、画像処理に掛かる各種の演算処理と画像生成装置 1100 の統合的な制御を担う演算処理ユニット 1112 と、プログラムやデータを記憶する記憶装置 1114 と、モニタ 1104 へ画像表示する情報を記憶する描画バ

ッファ 1115 とを備える。

#### 【0052】

演算処理ユニット 1112 は、例えば、CPU、DSP、ASIC などの演算装置、ICメモリなどのハードウェアによって実現され、記憶装置 1114 に記憶されるプログラムやデータを適宜読出して使用することによって、種々の機能を実現する。記憶装置 1114 は、例えば ICメモリやハードディスク、MO、DVD などによって実現される。描画バッファ 1115 は、例えば ICメモリなどによって実現される。

#### 【0053】

利用者は、キーボード 1106 及びマウス 1108 の操作入力手段によって画像処理にかかわる操作を入力する。キーボード 1106 及びマウス 1108 は、タブレットなどのその他の入力機器によって実現するとしても良い。

モニタ 1104 は、例えば CRT や LCD、ELD、PDP などの表示装置によって実現され、画像処理の過程やその処理結果の画像等を画像表示して確認できる。

#### 【0054】

画像生成装置 1100 は、例えばパソコンや家庭用ゲーム装置、業務用ゲーム装置、PDA（パーソナル・デジタル・アシスタント）などによって実現できるが、これらに限定されるものではない。

#### 【0055】

また、装置本体 1110 に情報記憶媒体読取装置 1116 を備え適宜 CD-R OM 1118 などのコンピュータ読取自在な情報記憶媒体からプログラムやデータを読み出して使用する構成であっても良い。

#### 【0056】

[機能ブロックの説明]

図 2 は、本実施の形態における機能構成の一例を示す機能ブロック図である。同図に示すように、画像生成装置 1100 は、操作入力部 10 と、処理部 20 と、画像表示部 30 と、記憶部 70 とを有する。

#### 【0057】

操作入力部 10 は、利用者による操作入力を受けつける。例えば、スイッチやレバー、トラックパッド、ダイヤル、タブレットなどによって実現される。図 1 のキーボード 1106、マウス 1108 がこれに該当する。

#### 【0058】

処理部 20 は、所定のプログラムに基づいて種々の演算処理を実行し、画像生成装置 1100 の機能を統合的に制御するとともに、画像生成演算部 22 によって画像生成及び画像処理を実行する。その機能は、例えば、CPU（CISC 型、RISC 型）、或いは ASIC（ゲートアレイ等）などのハードウェア及び関連する制御プログラム等により実現される。図 1 の演算処理ユニット 1112 がこれに該当する。

#### 【0059】

画像生成演算部 22 は、画像生成及び画像処理に必要な種々の演算処理、及び描画バッファ 1115 への色情報の書込み処理を実行する。より具体的には、例えば 3 次元仮想空間（オブジェクト空間）の設定や該仮想空間へのオブジェクトや光源の配置、座標変換、クリッピング、輝度計算などを実行するジオメトリ演算、及びジオメトリ演算によって求められたオブジェクトの頂点位置座標や輝度値から 2 次元画像の各ピクセルの色の補間計算や陰面処理などを実行するレンダリング演算などを実行する。

#### 【0060】

本実施の形態では、画像生成演算部 22 が陰影画像 740 と、ノーマルベクトル画像 742 とを生成する。

#### 【0061】

図 3 は、球オブジェクトを対象とした陰影画像 740 の一例を示す図である。陰影画像 740 はシェード画像とも呼ばれ、本実施の形態では光源から光をうけている面を高輝度（明）、陰部分を低輝度（暗）とするグレースケール画像である。カラー画像を生成する場合に比べて処理が少なく済む。

#### 【0062】

ノーマルベクトル画像 742 は、オブジェクト A を構成するポリゴン面の法線情報をピクセルの色情報である RGB 値（赤緑青の 3 原色の輝度値）として有す

るカラー画像であって、法線マップや法線画像とも呼ばれる場合もある。

#### 【0063】

図4は、本実施の形態におけるノーマルベクトル画像742の生成方法の概念を説明する図である。例えば、オブジェクトAのマテリアル属性を、アンビエント成分をRGB全て1.0（100%）、ディフューズ成分もRGB全てを1.0（100%）と設定する。そして、同図に示すように、仮想視点のローカル座標を基準に、X軸プラス方向に+50%の輝度の赤色平行光源 $L_r - 1$ を設定し、マイナス方向に-50%の輝度の赤色平行光源 $L_r - 2$ を設定する。同様にしてY軸プラス方向に+50%の輝度の緑色平行光源 $L_g - 1$ を設定し、マイナス方向に-50%の輝度の緑色平行光源 $L_g - 2$ を設定する。

#### 【0064】

この状態でレンダリングすると、X方向及びY方向からオブジェクトAに当たった光は、各平行光源に対して正反射方向（真正面）に一番強く反射し、正反射方向からずれるに従って弱くなる。即ち、輝度値は正反射方向で「128」（「255」の50%）となり、平行光線に対して直角になる方向で「0」となる。また、各軸マイナス方向に向いた位置では輝度値には「-（マイナス）」が付く。従って、輝度値は「-127～128（幅255）」の値を有することになる。

#### 【0065】

画像生成演算部22は、この輝度値に「127」を加えて「0～255」の値に補正し、ノーマルベクトル画像742のピクセルの色情報R値とG値とする。また、 $\alpha$ 値にはオブジェクトが描画されているか否かを識別するためのマスク情報として、オブジェクトが描画されているピクセルに「255」、描画されていないピクセルには「0」を格納するものとする。

#### 【0066】

ノーマルベクトル画像742のピクセルの色情報R値とG値とを参照し、輝度値「255」=ベクトル値「1」、輝度値「128」=ベクトル値「0」、輝度値「0」=ベクトル値「-1」と対応づけることによって、オブジェクトを構成する面（ポリゴン面）をスクリーン座標XY平面に投影させた場合の法線ベクトルであるノーマルベクトルVNを算出できる。例えば、X軸プラス方向に向いた



XY平面に垂直な面のRG値は、(255, 128)となりベクトル値は(1, 0)となる。

#### 【0067】

図5は、球オブジェクトを対象としたノーマルベクトル画像742を模式的に示した図である。便宜上ノーマルベクトルVNを矢印で表現している。同図に示すように、球オブジェクトを対象とした場合、ノーマルベクトルVNは球の頂き(図中円の中心)を中心とした放射状となる。

#### 【0068】

上述のように、本実施の形態ではノーマルベクトル画像742を生成する際、色情報B値を演算対象とせず、ノーマルベクトルVNはXY成分の2次元ベクトルとして扱う。これは後述するレタッチ演算部226においてスクリーン座標XY平面に投影されたオブジェクトの面の方向ベクトルに基づいて演算するためである。従って、画像生成演算部22がノーマルベクトル画像742を生成する場合、X軸とY軸方向に平行光源を設定し、且つ色情報のB値を演算対象外とするレンダリングを行えば済むため、ノーマルベクトルVNを3次元ベクトルとして扱う場合に比べて高速に処理できる。

#### 【0069】

図2において、本実施の形態では画像生成演算部22は更にノーマルベクトル補正部224と、レタッチ演算部226とを含む。

#### 【0070】

ノーマルベクトル補正部224は、ノーマルベクトル画像742の各ピクセルの色情報のR値及びG値として記憶されているノーマルベクトルVNを、①仮想空間に設定された光源の光線方向、及び②画像中心Obと各ピクセルの位置関係、に応じて補正する。

#### 【0071】

図6は、本実施の形態におけるノーマルベクトルの補正の概念を説明する図であり、同図のXY軸は視点座標軸である。

画像処理演算部22は、オブジェクトAを描画する全ピクセルについて、ノーマルベクトル画像742のピクセルの色情報R値及びG値からノーマルベクトル

VNを求める。更に、例えば光源Lの設定位置座標XY成分からXY平面における光の方向を示す光線ベクトルVL2を求める。また、例えばノーマルベクトル画像742の画像中心ObのXY成分から処理対象のピクセルのXY成分を減算して視線ベクトルVEを求める。

そして、ノーマルベクトルVNと光線ベクトルVL2と視線ベクトルVEとをそれぞれ単位ベクトル化して合成し、合成されたベクトルを更に単位ベクトル化する。この最終的に求められたXYの2次元ベクトルをインテンスノーマルベクトルVIと呼ぶ。

#### 【0072】

インテンスノーマルベクトルVIの2次元ベクトル成分のX値とY値を、それぞれピクセルのR値とG値として有する画像をインテンスノーマルベクトル画像744と言う。

#### 【0073】

インテンスノーマルベクトル画像744の生成においても、上述のノーマルベクトル画像742の生成時と同様の理由によって、ピクセルの色情報B値を演算対象外としている。従って、ベクトルの合成や単位ベクトル化などを容易に実行できる。

#### 【0074】

図7は、球オブジェクトを対象とするインテンスノーマルベクトル画像744を模式的に示した図である。便宜上インテンスノーマルベクトルVIを矢印で表現し、光源からの光によって生じる陰影の等輝度線を破線表示している。同図に示すように、ノーマルベクトルVN(図5)が球の頂きを中心とする放射状であったのとは異なり、インテンスノーマルベクトルVIは、オブジェクトの面の本来の法線方向(ノーマルベクトルVN)から陰影の方向に変向され、球の表面にそってハイライト部分からシャドウ部分へと向かう自然な方向を有している。

#### 【0075】

レタッチ演算部226は、ノーマルベクトル補正部224で求められたインテンスノーマルベクトル画像744を参照し、インテンスノーマルベクトルVIに基づいてレタッチ画像746を生成する。

**【0076】**

図8は、本実施の形態におけるレタッチ画像の生成の概念を説明する図である。本実施の形態では、インテンスノーマルベクトル  $V I$  の方向にブラシ画像734の方向を合わせて描画する。

**【0077】**

より具体的には、同図(a)に示すように、レタッチ演算部226がスクリーン座標上に所定数のサンプリング点Pの座標を設定する。サンプリング点Pの設定方法は、例えばランダムでも良いし所定の格子状に沿って設定するとしても良い。そして、同図(b)に示すように、インテンスノーマルベクトル画像744から各サンプリング点Pの位置の色情報R値とG値とを参照してインテンスノーマルベクトル  $V I$  を求め、X軸との交差角度  $\theta$  を求める。

**【0078】**

同図(c)に示すように、ブラシ画像734は筆先によって着色される形状と着色の濃淡を輝度によって表すグレースケール画像である。ブラシ画像734はそれぞれ基準となるブラシ方向  $V S$  を有している。そして、同図(d)に示すように、レタッチ演算部226は、このブラシ方向  $V S$  ( $X Y$ の2次元ベクトル)をインテンスノーマルベクトル  $V I$  の方向に一致するようにブラシ画像734を交差角度  $(90 - \theta)$  だけ時計方向に回転させ、レタッチ画像746のサンプリング点Pに描画する(同図(e))。

描画時の描画色は、陰影画像740のサンプリング点Pの位置におけるグレースケール値に応じて決定される。多数のサンプリング点Pについてブラシ画像734を描画することによって、あたかも筆を何度も置いてタッチを付けたような画像を得ることができる。

**【0079】**

図9は、レタッチ画像746の一例を示す図である。同図に示すように、本実施の形態におけるレタッチ画像746は、上述のように多数のブラシ画像734が描画されたグレースケール画像として生成される。インテンスノーマルベクトル  $V I$  は、光線の方向と、視線との関係によって補正されているのでオブジェクトの陰影に沿って筆を置いたような手書き感覚に似たタッチをつけることができ

る。一方、図10はノーマルベクトルVNに基づいてタッチ画像746の一例を示す図である。同図に示すようにオブジェクトの陰影とは異なる方向にブラシ画像734が描画され、違和感のある印象を与える場合がある。このように、インテンスノーマルベクトルVIに基づいたブラシ画像734を描画することによって、タッチの方向をより自然な配置とすることができる。

#### 【0080】

画像表示部30は、処理部20によって生成された画像を表示することができる手段であって、例えば、CRT、LCD、PDP、ELDなどの画像表示装置及びドライバによって実現される。図1ではモニタ1104がこれに該当する。

#### 【0081】

記憶部70は、処理部20で演算処理を実行するのに必要なプログラムや各種データを記憶する手段であって、例えば、各種ICメモリ、ハードディスク、MO、DVD、CD-ROMなどによって実現される。図1では、記憶装置1114及び描画バッファ1115がこれに該当する。

#### 【0082】

記憶部70は、処理部20を画像生成演算部22として機能させるための画像生成演算プログラム722を記憶する。画像生成演算プログラム722には、更に処理部20をノーマルベクトル補正部224として機能させるためのノーマルベクトル補正プログラム724と、タッチ演算部226として機能させるためのタッチ演算プログラム726とが含まれる。

#### 【0083】

また記憶部70は、設定値等を格納するデータとして、オブジェクトデータ710と、ライティング設定731と、サンプリング点数732と、サンプリング輝度閾値733と、ブラシ画像734と、仮想視点設定735とを記憶する。

また、画像データとして、陰影画像740と、ノーマルベクトル画像742と、ノーマルベクトル画像742を補正したインテンスノーマルベクトル画像744と、タッチ演算部226によって作成されるタッチ画像746とを記憶する。

#### 【0084】

オブジェクトデータ 710 は、画像生成の対象となるオブジェクトのモデリングデータや色情報（オブジェクト面の色設定）などを格納する。ライティング設定 731 は、仮想空間に配置する光源の設定情報を格納する。サンプリング点数 732 は、レタッチ演算部 226 がタッチを施すサンプリング点 P の数である。仮想視点設定 735 は、仮想空間内における仮想視点 C の位置、回転角度、画角などの設定情報を格納する。

#### 【0085】

サンプリング輝度閾値 733 は、レタッチ演算部 226 がタッチを施すか否かを判定するための輝度閾値であって、陰影画像 740 のサンプリング点 P の位置における輝度値と比較される。本実施の形態ではグレースケール値を格納する。

#### 【0086】

図 11 はモンスターの後姿をレンダリングした陰影画像 740 の一例であり、図 12 及び図 13 はサンプリング輝度閾値 733 がそれぞれ異なる図 11 に対応するレタッチ画像 746 の例である。尚、同図における光源は図中右上方に想定されているものとする。また、図 12 及び図 13 は、便宜上見易くするために輪郭線を付加している。

#### 【0087】

サンプリング輝度閾値 733 が大きい場合（閾値が白色「255」に近い輝度値）、図 11 の陰影画像 740 の比較的明るいところまでサンプリング点 P が設定される。従って、図 12 に示すように多くのタッチを施すことが可能となり、重厚感を出すことが出来る。一方、サンプリング輝度閾値 733 が小さい場合（閾値が黒色「0」に近い輝度値）、図 11 の陰影画像 740 の比較的暗いところにサンプリング点 P が設定される。従って図 13 に示すように少量のタッチを施すことになり、軽快感を表現することができる。このように、サンプリング輝度閾値 733 を適当に設定することによって、手書き風タッチの調子をコントロールすることができる。

#### 【0088】

ブラシ画像 734 は、絵筆やペンなどの画材を紙に置いたときに付く彩色される輝度パターンに相当するグレースケール画像である。図 14 は、ブラシ画像 7

34の一例を示す図である。同図に示すように、ブラシ画像734として、所望するタッチを実現できる画像を予め用意する。またその大きさも、例えば64×64ピクセル、128×128ピクセルなどの様に所望するタッチに応じて適宜設定する。

#### 【0089】

##### [処理の説明]

次に、図15～図17を参照して、本実施の形態における処理の流れについて説明する。

#### 【0090】

図15は、本実施の形態における処理の主な流れを説明するためのフローチャートである。同図に示すように、先ず画像生成演算部22が陰影画像740を生成する（ステップS102）。より具体的には、オブジェクト空間を設定し、オブジェクトデータ710を参照して対象とするオブジェクトを配置する。更にライティング設定731を参照して光源Lを配置し、仮想視点設定735を参照して仮想視点Cを配置する。そして、グレースケールでシェーディングとレンダリングとを実行し陰影画像740を生成して記憶部70に記憶する。

#### 【0091】

次に、画像生成演算部22は、ノーマルベクトル画像742を生成する（ステップS104）。より具体的には、図4に示した様に、オブジェクトAのマテリアル属性を、アンビエント成分をRGB全て1.0（100%）、ディフューズ成分もRGB全てを1.0（100%）と設定する。そして、仮想視点Cのローカル座標を基準に、X軸プラス方向に+50%の輝度の赤色平行光源L<sub>r-1</sub>を設定し、マイナス方向に-50%の輝度の赤色平行光源L<sub>r-2</sub>を設定する。同様にしてY軸プラス方向に+50%の輝度の緑色平行光源L<sub>g-1</sub>を設定し、マイナス方向に-50%の輝度の緑色平行光源L<sub>g-2</sub>を設定する。そして、この状態でレンダリングして得られるR値とG値に「127」を加え、ノーマルベクトル画像742のピクセルの色情報R値とG値の値とする。またこの際、 $\alpha$ 値にはオブジェクトAが描画されているか否かを識別するためのマスク情報として「0」又は「255」を格納する

**【0092】**

次に、ノーマルベクトル補正部 224 がノーマルベクトル補正処理を実行する（ステップ S106）。図 16 は、本実施の形態におけるノーマルベクトル補正処理の流れを説明するためのフローチャートである。同図に示すように、ノーマルベクトル補正部 224 は先ずライティング設定 731 を参照して光源ベクトル（図示略）を算出する（ステップ S202）。例えば、光源 L の位置座標から光源の注視点座標を減算して求める。光源ベクトルが算出されたならば、これを単位ベクトル化する（ステップ S204）。

**【0093】**

次に、ノーマルベクトル補正部 224 は画像中心  $O_b$  を算出し（ステップ S206）、ノーマルベクトル画像の全ピクセルについて以下のループ処理①を実行する（ステップ S208）。

**【0094】**

ループ処理①では、先ず光源ベクトルを反転して光源から発せられる光の向きを表す光線ベクトル  $V_L2$  を算出し（ステップ S210）、更にこれを単位ベクトル化する（ステップ S212）。

**【0095】**

次に、画像中心  $O_b$  から処理対象となっているノーマルベクトル画像 742 のピクセルへのベクトルを算出する。このベクトルを視線ベクトル  $V_E$  とし（ステップ S214）、更に単位ベクトル化する（ステップ S216）。

**【0096】**

次に、処理対象となっているノーマルベクトル画像 742 のピクセルの R 値、G 値及び  $\alpha$  値をノーマルベクトル画像 742 から読み取る（ステップ S218）。 $\alpha$  値が「255」の場合（ステップ S220 の YES）、その注視点位置には背景が描かれていると判断し、R 値と G 値を「0」にして（ステップ S222）、インテンスノーマルベクトル画像 744 のピクセルの色情報 R 値及び G 値とする（ステップ S230）。 $\alpha$  値が「255」でない場合（ステップ S220 の NO）、その注視点位置にはオブジェクトが描かれていると判断し、ノーマルベクトル画像 742 のピクセルの R 値と G 値からノーマルベクトル  $V_N$  を算出する（ス

テップ S 2 2 4)。

【0097】

次に、光線ベクトル  $V_L 1$  と、視線ベクトル  $V_E$  と、ノーマルベクトル  $V_N$  をベクトル合成し、合成結果のベクトルを単位ベクトル化してインテンスノーマルベクトル  $V_I$  を算出する (ステップ S 2 2 6)。

【0098】

インテンスノーマルベクトル  $V_I$  が算出されたならば、ベクトル値 (X, Y) をインテンスノーマルベクトル画像 7 4 4 の該当ピクセルの (R, G) 値として格納する (ステップ S 2 2 8)。

【0099】

以上のループ処理①を、ノーマルベクトル画像 7 4 2 の全てのピクセルについて実行したならば (ステップ S 2 3 2)、ノーマルベクトル補正処理を終了して、図 1 5 のフローに戻る。

【0100】

図 1 5 において、次にレタッチ演算部 2 2 6 がレタッチ画像生成処理を実行する (ステップ S 1 0 8)。

【0101】

図 1 7 は、本実施の形態におけるレタッチ画像生成処理の流れを説明するためのフローチャートである。同図に示すように、レタッチ演算部 2 2 6 は先ずサンプリング点数 7 3 2 を参照して (ステップ S 3 0 2)、サンプリング点 P をスクリーン座標上にランダムに設定する (ステップ S 3 0 4)。設定されたサンプリング点 P の位置座標は、記憶部 7 0 に記憶される。

【0102】

そして、設定した全サンプリング点 P について以下のループ処理②を実行する (ステップ S 3 0 6)。

ループ処理②では、先ず陰影画像 7 4 0 からサンプリング点 P の座標位置の輝度を読み出す (ステップ S 3 0 8)。サンプリング点 P の位置の輝度がサンプリング輝度閾値 7 3 3 より小さい場合 (ステップ S 3 1 0 の YES)、即ち閾値によって示された明るさより暗い場合には、インテンスノーマルベクトル画像 7 4



4 から、サンプリング点 P の座標位置の R 値と G 値を読み出してインテンスノーマルベクトル V I を算出する（ステップ S 3 1 2）。

#### 【0103】

次に、インテンスノーマルベクトル V I が仮想視点 C のローカル座標 X 軸と成す交差角度  $\theta$  を算出し（ステップ S 3 1 4）、交差角度  $\theta$  に基づいてブラシ画像 7 3 4 をブラシ方向 V S がインテンスノーマルベクトル V I に一致するように回転させる（ステップ S 3 1 6）。

そして、陰影画像 7 4 0 からサンプリング点 P の座標位置の輝度を読み出し、陰影画像 7 4 0 から読み出した輝度に基づく輝度でブラシ画像 7 3 4 を決定し（ステップ S 3 1 8）、サンプリング点 P の位置に描画する（ステップ S 3 2 0）。

#### 【0104】

全てのサンプリング点 P について描画が終了したならば（ステップ S 3 2 2）、インテンスノーマルベクトル画像 7 4 4 の  $\alpha$  値を参照してマスキングをし、インテンスノーマルベクトル画像 7 4 4 でオブジェクト A が描画されていない場所に描かれたブラシ画像 7 3 4 の部分を削除する（ステップ S 3 2 4）。

#### 【0105】

以上の構成と処理によって、対象とするオブジェクトの 3 次元モデルデータを元にレタッチ画像をより高速に作成することができる。

#### 【0106】

##### [ハードウェアの構成]

図 3 0 は、第 1 の実施の形態における画像生成装置 1 1 0 0 を実現できるハードウェア構成の一例を示す図である。画像生成装置 1 1 0 0 は、CPU 1 0 0 0 と、ROM 1 0 0 2 と、RAM 1 0 0 4 と、情報記憶媒体 1 0 0 6 と、音生成 IC 1 0 0 8 と、画像生成 IC 1 0 1 0 と、I/O ポート 1 0 1 2 及び 1 0 1 4 とを有し、システムバス 1 0 1 6 により相互にデータの入出力可能に接続されている。

#### 【0107】

CPU 1 0 0 0 は、図 2 における処理部 2 0 に該当し、情報記憶媒体 1 0 0 6

に格納されているプログラム、ROM1002に格納されているシステムプログラム、コントロール装置1022によって入力される操作入力信号等に従って、装置全体の制御や各種のデータ処理を行う。

#### 【0108】

ROM1002、RAM1004及び情報記憶媒体1006は、図2における記憶部70に該当する。

ROM1002は、図1の記憶装置1114に該当し、図2の画像生成情報72の特に予め設定されているプログラムやデータを記憶する。RAM1004は、CPU1000の作業領域などとして用いられる記憶手段であり、情報記憶媒体1006やROM1002の所与の内容、或いはCPU1000の演算結果が格納される。情報記憶媒体1006は、図1のCD-ROM1118に該当し、ICメモリカードや着脱自在なハードディスクユニット、MOなどによって実現されROM1002に記憶される情報を記憶し、適宜読み出して利用する構成としても良い。

#### 【0109】

音生成IC1008は、情報記憶媒体1006やROM1002に記憶される情報に基づいて操作音等を生成する集積回路であり、生成された音はスピーカ1020によって出力される。なお、スピーカ1020は、例えば図1におけるモータ1104や装置本体1110に内蔵される。

#### 【0110】

画像生成IC1010は、RAM1004、ROM1002、情報記憶媒体1006等から出力される画像情報にもとづいて表示装置1018に画像を出力するための画素情報を生成する集積回路である。なお、表示装置1018は、図2における画像表示部30、図1におけるディスプレイ1104に該当する。

#### 【0111】

I/Oポート1012には、コントロール装置1022が接続され、I/Oポート1014には、通信装置1024が接続されている。

コントロール装置1022は、図2における操作入力部10に該当し、操作パネルや図1のキーボード1106やマウス1108等に相当するものであり、プ

レーヤがゲームの進行に応じて種々のゲーム操作を入力するための装置である。

#### 【0112】

通信装置1024は、ゲーム装置内部で利用される各種の情報を外部とやり取りするものであり、他のゲーム装置と接続されてゲームプログラムに応じた所与の情報を送受信したり、通信回線を介して、ゲームプログラム等の情報を送受信することなどに利用される。例えば図1における装置本体1110に内蔵される。

#### 【0113】

尚、画像生成IC1010、音生成IC1008等で行われる処理はCPU1000、或いは汎用のDSP等によってソフトウェア的に実行されても良い。

#### 【0114】

##### 〔第2の実施の形態〕

次に図18～図25を参照して、本発明を適用した第2の実施の形態について説明する。本実施の形態では、動画表示を想定した複数のタッチ画像を生成する場合について説明する。尚、本実施の形態は基本的に第1の実施の形態と同様の構成要素によって実現可能である。同様の構成要素には同じ符号をつけ、その説明は省略するものとする。

#### 【0115】

##### 〔機能ブロックの説明〕

図18は、本実施の形態における機能構成の一例を示す機能ブロック図である。本実施の形態における記憶部70のオブジェクトデータ710は、オブジェクトのモデリングの3次元データやオブジェクトの色情報などを格納するモデリングデータ712と、オブジェクトに施されるタッチの位置に当るサンプリング点Pを決定するための情報を格納するサンプリング設定情報714と、サンプリング点Pへのブラシ画像734の描画方法についての情報を設定するタッチ設定情報716とを含む。

#### 【0116】

図19は、サンプリング設定情報714のデータ構成の一例を示す図である。オブジェクトID714aは、サンプリング設定情報714の識別情報であつ

て、例えばオブジェクトの名称やファイル名が格納される。

サンプリングイメージ 714 b は、ブラシ画像 734 を描画する際に、オブジェクトの面のスクリーン座標  $XY$  平面における向きを表すベクトルの情報を何れの画像データから取得するかを指定する。本実施の形態では、インテンスノーマルベクトル  $VI$  の方向に基づいてブラシ画像 734 を描画するので、インテンスノーマルベクトル画像 744 がデフォルトとなっているが、適宜ノーマルベクトル画像 742 を設定できる。

#### 【0117】

サンプリングタイプ 714 c は、サンプリング点  $P$  をどの様に配置するかを設定する。本実施の形態では格子状に設定するグリッドタイプとランダムに設定するランダムタイプとが選択できる。設定するサンプリング点  $P$  の総数は、サンプリング数 714 g に格納される。

#### 【0118】

図 21 は、サンプリングタイプの異なるタッチ画像 746 の例を示す図である。尚、便宜的に輪郭線を付加してある。同図 (a) はランダムタイプの場合であり、タッチが不規則に描画されている。一方 (b) は、グリッドタイプの場合であり、タッチが規則的に描画されている。タッチによってキャンバスのように比較的規則正しい肌目の画材の感じを表現する際に効果的である。

#### 【0119】

図 19 のサンプリングタイプ 714 c がランダムタイプに設定される場合は、更にランダムパターン 714 d によってサンプリング点  $P$  を設定する範囲を設定できる。

#### 【0120】

図 22 は、本実施の形態におけるランダムパターン 714 d を説明する概念図である。同図に示すように、例えば同図 (a) のグリッドタイプでは、格子状にサンプリング点  $P$  を設定する。同図 (b) のランダムタイプ  $i$  では、スクリーン座標全体にランダムにサンプリング点  $P$  を設定する。同図 (c) のランダムタイプ  $ii$  では、スクリーン座標のうちオブジェクト  $A$  が描画されている部分にのみランダムにサンプリング点  $P$  を設定する。オブジェクト  $A$  が描画されている部分の

識別は、例えばノーマルベクトル画像 742 の  $\alpha$  値を参照して判断する。

#### 【0121】

同図 (d) のランダムタイプ *i i i* ではスクリーン座標のうちオブジェクト A が描画されている部分にのみランダムにサンプリング点 P を設定し、更に陰影画像 740 からサンプリング点 P の位置の輝度値を参照して（目安として等輝度線を破線表示）、輝度値が所定の条件（例えば、サンプリング輝度閾値 733 の以上或いは以下など）を満たすサンプリング点 P を有効とする。同図 (e) のランダムタイプ *i v* では、陰影画像 740 のサンプリング点 P の位置における輝度値を事前に参照し、輝度値が所定の条件を満たす範囲に全サンプリング点 P を設定する。

#### 【0122】

図 19 のサンプリングカーブ 714 e は、ランダムパターン 714 d のランダムタイプ *i i i* 及び *i v* において、陰影画像 740 の輝度を参照する際に使用するサンプリング関数（フィルタ）の種類を設定する。

#### 【0123】

図 23 は、サンプリングカーブ 714 e で設定されるサンプリング関数の概念を説明する図である。サンプリング関数は、陰影画像 740 から読み出した輝度を入力とし、所定の関数によって算出される値を出力する。

同図 (a) では、陰影画像 740 より取得できる輝度の値をより低く出力する。従って、陰影画像 740 の比較的明るい場所にもサンプリング点 P が設定されてタッチが入る。同図 (b) では反対に輝度をより高く出力する。従って陰影画像 740 の比較的暗い場所にサンプリング点 P が設定されてタッチが入ることになる。

その他同図 (c) や (d) のように設定しても良い。(d) は関数の特性が更にランダムに変化する設定を示している。

前記ランダムパターン 714 d のランダムタイプ *i i i* 及び *i v* において、陰影画像 740 の輝度に基づく判定をする場合には、サンプリング関数の出力値によって判定されることになる。

#### 【0124】

本実施の形態では、サンプリングカーブ 714 e で設定できるサンプリング関数を予め複数用意しておき、オブジェクトの特性や環境条件（例えば、キャラクターのイメージや登場する環境の光の状態など）に応じて適宜選択される。

#### 【0125】

サンプリングカーブオフセット量 714 f は、サンプリング関数のオフセット量 OF を設定する（図 23 参照）。例えば、プラス方向のオフセットした場合、陰影画像 740 のある輝度以上或いは以下を「0」で出力する。

図 24 は、同じ陰影画像 740 を元にしたサンプリングカーブオフセット量 714 f の異なるレタッチ画像 746 の例を示す図である。尚、便宜的に輪郭線を付加してある。同図（a）はオフセット量＝0 の場合、（b）はオフセット量＝3 の場合をそれぞれ示す。同図（b）は、プラス方向にオフセットしたことによって、相対的に入力値より高い値が出力される。従って、同じ輝度を境にサンプリング点 P を設定する／しないを判定するならば、（b）のようにタッチが減少して明るい調子の手書き風 NPR 画像を生成できる。

#### 【0126】

図 20 は、本実施の形態におけるレタッチ設定情報 716 のデータ構成の一例を示す図である。レタッチ設定情報 716 は、生成するレタッチ画像毎に設定される。

#### 【0127】

オブジェクト ID 716 a は、サンプリング設定情報 714 の識別情報であって、例えばオブジェクトの名称やファイル名が格納される。

使用ブラシ 716 b は、タッチとして描画するブラシ画像 734 を指定する。

ブラシサイズ 716 c は、ブラシ画像 734 を描画する際の拡大／縮小率を設定する。

#### 【0128】

ブラシロール 716 d は、レタッチ演算部 226 がブラシ画像 734 をインテンスノーマルベクトル VI（サンプリングイメージ 714 b の設定によってはノーマルベクトル VN）の方向にブラシ画像 734 の方向を合わせる際の、ブラシ画像 734 の回転量のオフセット値として設定する。

**【0129】**

図25は、ブラシロール716dの概念を説明する図である。同図(a)に示すように、ブラシ画像734のブラシ方向VSがオフセット量だけインテンスノーマルベクトルVIの方向からずれる。ブラシロール716dを適当に設定することによって、例えば平筆を縦に使う状態(b)や横に使う状態(c)など、複数のタッチ表現が可能になる。

**【0130】**

図20のブラシリピート数716eは、一のサンプリング点Pにブラシ画像734を描画する数を設定する。その際、どの程度ブラシ画像734をずらして描画するかは、ブラシ移動範囲716fに設定される範囲内に、ブラシリピート数716eが収まるように、適宜描画位置座標を増減する。図20の場合、一のサンプリング点Pについて、サンプリング点Pの位置座標を始点にインテンスノーマルベクトルVIの方向に15ピクセルの範囲にブラシ画像734を3回描画するように、且つ一部が重畳するように描画位置が変更されて描画される。

**【0131】**

図26は、ブラシリピートの概念を説明する図である。同図に示すように、一箇所のサンプリング点Pに対して一部重畳するようにしてブラシ画像734を描画する。一度に複数のブラシ画像734を描画できるので、処理を高速化できるとともに、サンプリング数714gをむやみに多く設定しなくとも十分なタッチを表現できる。

**【0132】**

本実施の形態では、図20のランダム設定方式716g・位置オフセット範囲716h・位置オフセット量716j・回転オフセット範囲716kによって、サンプリング点Pに対するブラシ画像734を描画する相対位置を時間経過に応じてランダムに変化する(ずらす)ことが出来る。

**【0133】**

ランダム設定方式716gは、一の乱数発生関数が連続的に使用される条件を設定する。例えば本実施の形態では、レタッチ画像の生成の都度異なる乱数発生関数を使用する「EVERYモード」と、動画の同一フレームでは同じ乱数発生

関数を使用する「FRAMEモード」と、1シーンの間同じ乱数発生関数を使用する「SCENEモード」を設定できる。尚、ここで必要とされるフレーム数やシーン数のカウントは、レコード情報736に適宜カウントされる。

#### 【0134】

位置オフセット範囲716hは、サンプリング点Pに対するブラシ画像734を描画する位置に関するXY軸共通のオフセット範囲を指定する。図20の場合、サンプリング点Pの位置をXY軸方向プラス・マイナス5ピクセルの範囲でオフセットした位置に描画される。位置オフセット変化量716jは、更に1フレーム毎のオフセット値として設定する。

#### 【0135】

回転オフセット範囲716kは、サンプリング点Pに対するブラシ画像734の相対角度のオフセット範囲を指定する。即ち、ブラシロール716dにランダムな変化をつける。

#### 【0136】

従って、フレーム毎にブラシ画像734の描画される位置が微妙に異なる状態とすることによって、観者にとってあたかも手書き故の描画位置のズレや揺らぎを表現することができる。

従って、位置オフセット範囲716h、位置オフセット変化量716j、回転オフセット範囲716kを大きくすると、フレーム間におけるタッチの位置ズレが大きくなり、勢いの有る荒削りな感じを受ける手書き風タッチを作り出すことができる。逆に値を小さくすると、フレーム間におけるタッチの位置ズレが小さくなるので、穏やかな緻密な感じを受けるタッチを作り出せる。

#### 【0137】

また、本実施の形態では、ブラシ画像734の描画の色情報を設定することができる。

カラーサンプリング素材716mは、ブラシ画像734をサンプリング点Pに描画する場合の描画色を何れの画像データを参照して決定するかを指定する。本実施の形態では、陰影画像740をサンプリング素材とする「NONE」がデフォルトであり、この場合ブラシ画像734はブラシカラーに基づいて描画される



。そのほか、例えば所定の紙や布のテクスチャ画像データを指定することによって、手書き風のタッチのなかに擦れた感じを表現することもできる。

#### 【0138】

カラーサンプリングカーブ 716 n は、カラーサンプリング素材 716 m で指定された画像データから取得された色情報を可変するサンプリング関数を設定する。例えば、取得された色情報を所定の関数で補正し、明暗の強調や平均化などが成される。サンプリング関数は、図 23 で示したのと同様の特性を有する。

#### 【0139】

カーブオフセット 716 p は、カラーサンプリングカーブ 716 n で設定されたサンプリング関数のオフセット値を設定する。ブラシカラー 716 r は、ブラシ画像 734 に与える特定の色情報を設定する。デフォルトは黒であるが、例えば赤を設定すると赤色でタッチをいれることができる。色数 716 s は、ブラシ画像 734 の色階調を設定する。即ち、カラーサンプリングカーブ 716 n で設定されたサンプリング関数によって得られた色情報は、更に指定された色階調に変換される。

#### 【0140】

##### [処理の流れの説明]

図 27 及び図 28 は、本実施の形態におけるレタッチ画像生成処理の流れを説明するためのフローチャートである。

#### 【0141】

先ず、タッチを施す位置に当るサンプリング点 P を決定する。

レタッチ演算部 226 は、サンプリング設定情報 714 を参照して、サンプリング点設定処理を実行してスクリーン座標上にサンプリング点 P を設定する（ステップ S402）。サンプリング点 P の位置座標は記憶部 70 に記憶される。

#### 【0142】

図 29 は、本実施の形態におけるサンプリング点設定処理の流れを説明するためのフローチャートである。同図に示すように、レタッチ演算部 246 は、サンプリングタイプ 714 c が「グリッド」に指定されている場合（ステップ S502 の YES）、スクリーン座標上にサンプリング数 714 g だけサンプリング点

Pを所定の格子上に設定する（ステップS504）。

【0143】

サンプリングタイプ714cが「ランダム」に指定されている場合（ステップS502のNO）、更にランダムパターン714dを参照する（ステップS506）。

【0144】

ランダムパターン714dがランダムパターンiの場合、サンプリング点Pを条件に従ってスクリーン座標全域に対してランダムにサンプリング点Pを設定する（ステップS508）。

【0145】

ランダムパターン714dがランダムパターンiiの場合、オブジェクトの描画されている範囲内にのみサンプリング点Pを設定する（ステップS510）。範囲は、例えばインテンスノーマルベクトルVIの $\alpha$ 値を参照して判定する。

【0146】

ランダムパターン714dがランダムパターンiiiの場合、オブジェクトの描画されている範囲内にのみサンプリング点Pを設定し（ステップS511）、陰影画像740の各サンプリング点Pの輝度を取得する（ステップS512）。取得したサンプリング点Pの輝度をサンプリングカーブ714eに指定されたサンプリング関数をサンプリングカーブオフセット量714fに従ってオフセットし（ステップS514）、オフセット後のサンプリング関数で陰影画像740から取得した輝度を補正した値を算出する（ステップS516）。そして、該補正值が所定条件（例えば、輝度閾値より以上／以下など）を満たさないサンプリング点Pを削除する（ステップS518）。

【0147】

ランダムパターン714dがランダムパターンivの場合、陰影画像740からオブジェクトが描画されている範囲の輝度を取得し（ステップS520）、サンプリングカーブ714eに指定されたサンプリング関数をサンプリングカーブオフセット量714fに従ってオフセットし（ステップS522）、オフセット後のサンプリング関数で陰影画像740から取得した輝度を補正した値を算出する（

ステップS 5 2 4)。該補正值が所定条件を満たす範囲にサンプリング点Pを設定する(ステップS 5 2 6)。

#### 【0148】

サンプリング点Pを設定したならば、サンプリング設定処理を終了し図27のフローに戻る。

#### 【0149】

図27において、サンプリング点設定処理によって設定された全てのサンプリング点Pについて以下のループ処理③を実行する(ステップS 4 0 4)。

#### 【0150】

ループ処理③では、先ずタッチを描画するブラシ画像734を用意する。レタッチ演算部246は、使用ブラシ716bを参照してブラシ画像734を読み出す(ステップS 4 0 6)。次に、サンプリングイメージ714bで指定される画像(この場合インテンスノーマルベクトル画像)を参照してサンプリング点Pの位置の色情報を読み出しインテンスノーマルベクトルVIを求める(ステップS 4 0 8)。

#### 【0151】

インテンスノーマルベクトルVIが求められたならば、レタッチ演算部246は、ブラシ方向VSをインテンスノーマルベクトルVIと合わせるようにブラシ画像734を回転させる(ステップS 4 1 0)。この際、ブラシロール716dを加算して回転させる(ステップS 4 1 2)。これで、基本的なブラシの方向が決定されたことになる。

#### 【0152】

次に、ブラシ画像734を描画する色(描画色)を決定する。

ブラシカラー716rが指定されている場合(ステップS 4 1 4のYES)、ブラシ画像734のグレースケールをブラシカラー716rのカラースケールに変換する(ステップS 4 1 6)。例えば、ブラシカラー716rで黄色が指定されている場合、ブラシ画像734は、指定された黄色の明暗によるカラースケールとなる。このスケール変換後のブラシ画像734で描画すると、黄色を帯びた明暗によるタッチとなる。

## 【0153】

ブラシカラー 716 r が指定されず（ステップ S 414 の NO）、カラーサンプリング素材 716 m が指定されていない（「NONE」）場合（ステップ S 418 の YES）、陰影画像 740 からサンプリング点 P の位置の輝度を参照し（ステップ S 419）、ブラシ画像 734 のグレースケールを参照した輝度に基づいて変換する（ステップ S 420）。即ち、ブラシ画像 734 はグレースケール画像のままであるが、陰影画像 740 におけるサンプリング点 P の位置の輝度に応じてグレースケールにシフトされる。この輝度変換後のブラシ画像 734 で描画すると、陰影画像 740 に応じた明暗を有するタッチとなる。

## 【0154】

カラーサンプリング素材 716 m が特定の画像を指定している場合（ステップ S 418 の NO）、指定されている画像からのサンプリング点 P の位置の色情報を取得し（ステップ S 422）、カラーサンプリングカーブ 716 n に指定されたサンプリング関数をカーブオフセット 716 p に従ってオフセットし（ステップ S 424）、ブラシ画像 734 のグレースケールをオフセット後のサンプリング関数で該色情報を補正した値に基づいてカラースケールに変換する（ステップ S 426）。

## 【0155】

ここで、色数 716 s で描画可能な色数が指定されている場合（ステップ S 428 の YES）、ブラシ画像 734 の輝度のスケールを指定された色数に段階化する（ステップ S 430）。即ち、ブラシ画像 734 は段階的な輝度のスケールとなる。このスケール変換後のブラシ画像 734 で描画すると、あたかも色数の限定されたセルアニメ調のタッチとなる。

## 【0156】

次に、描画色が決定されたブラシ画像 734 について、描画の大きさとサンプリング点 P への描画位置のずらしを決定し、ブラシ画像 734 を描画する（図 28）。先ずブラシサイズ 716 c を参照して、ブラシ画像 734 を拡大或いは縮小する（ステップ S 432）。次に、ランダム設定方式 716 g の条件に従って乱数発生関数を決定して乱数を発生する（ステップ S 434）。この乱数に基づい

て、回転オフセット範囲 716 k に従ってブラシ画像 734 を回転させ（ステップ S436）、位置オフセット範囲 716 h 及び位置オフセット変化量 716 j に従ってサンプリング点 P の位置座標からの X Y のオフセット量を算出して、描画位置をオフセットする（ステップ S438）。

#### 【0157】

描画位置が決定されたならば、ブラシ移動範囲 716 f とブラシリピート数 716 e を参照し（ステップ S440）、ブラシリピート数 716 e のブラシ画像 734 がブラシ移動範囲 716 f に納まるように、描画位置を段階的に変更しながらブラシ画像 734 をレタッチ画像 746 上に描画する（ステップ S442）。

以上のループ処理③を全サンプリング点 P に実行し（ステップ S444）、レタッチ画像生成処理を終了する。

#### 【0158】

以上、第 2 の実施の形態によれば、ブラシ画像 734 の描画される位置が微妙に異なる複数のレタッチ画像 746 が生成できる。従って、動画に適用した場合、あたかも手書き故の描画位置のズレや揺らぎを表現することができる。また、ブラシ画像 734 の描画色を設定可能にすることによって、よりさまざまな表現のレタッチ画像 746 を生成できる。

#### 【0159】

以上、本発明を適用した第 1 及び第 2 の実施の形態について説明したが、本発明の適用がこれに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて適宜構成要素の追加・変更・削除を行っても良い。

#### 【0160】

例えば、画像生成装置 1100 は、スタンドアローンの装置に限らず、ネットワーク接続された複数の装置で機能を分散して実現する構成であっても良い。

#### 【0161】

また、サンプリング数 714 g は固定に限らず適宜可変するとしても良い。より具体的には、例えばサンプリング点設定処理の実行時最初に、オブジェクト A の画像中心 O b から仮想視点 C までの距離を算出し当該距離に比例してサンプリ

ング数 714 g を可変する。

これによって、オブジェクト A が仮想視点 C から遠くに離れた位置に配置され、画面におけるオブジェクト A が描画されている面積が小さい場合、多数のタッチを施してもタッチ同士が重なって意味をなさなくなるのでサンプリング数 714 g を距離に応じて適切な数に削減して処理負荷を軽減する。逆に、オブジェクト A が仮想視点 C の近くに配置され、画面におけるオブジェクト A が描画されている面積が大きくなる場合、サンプリング数 714 g を増加してタッチの不足を補うことができる。

#### 【0162】

また、ブラシサイズ 716 c は固定に限らず可変するとしても良い。例えば、レタッチ画像生成処理のステップ S437 において、画像中心 O b から仮想視点 C までの距離を算出し当該距離に比例してブラシサイズ 716 c を可変する。これによって、仮想視点 C から離れたオブジェクト A のタッチを細かく、近くのオブジェクト A のタッチを大きく設定できる。

#### 【0163】

また、各種画像データの生成については、ノーマルベクトル画像 742・陰影画像 740 は、必ずしも画像生成演算部 22 で生成するに限らず、複雑なモデルなど生成に時間を要する場合には、適宜予め画像を用意しておいて使用するとしても構わない。

#### 【0164】

また、インテンスノーマルベクトル V I は、ノーマルベクトル画像 742 より求めるに限らず、例えば適宜オブジェクトのポリゴンデータからノーマルベクトル V N を読み出して使用するとしても良いのは勿論である。

#### 【0165】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、第 1 光源と第 2 光源とによって視線方向に直交する 2 方向から立体物に光を当てて生成される法線画像から、立体物表面の法線情報を取得し、立体物の表面に沿った配置角度でブラシ画像を配置することによって、絵画風の描画を実現する。法線画像のレンダリング処理自体は、公知のレンダリング処

理と同様であって、一般的な画像生成装置に実装される、所謂レンダリング・エンジンと称されるDSP等のハードウェアによって実行可能な処理である。従って、絵画風の画像をより高速に作成することができる。

#### 【0166】

更に、ブラシ画像を配置する際、立体物が配置されるオブジェクト空間の光源の光線方向を加味して、ブラシ画像の配置角度を決定することによって、オブジェクト空間の光源に考慮した、矛盾のない画像を生成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

第1の実施の形態における画像生成装置の構成の一例を示す図。

##### 【図2】

第1の実施の形態における機能構成の一例を示す機能ブロック図。

##### 【図3】

球オブジェクトを対象とした陰影画像の一例を示す図。

##### 【図4】

第1の実施の形態におけるノーマルベクトル画像の生成方法の概念を説明する図。

##### 【図5】

球オブジェクトを対象としたノーマルベクトル画像を模式的に示した図。

##### 【図6】

ノーマルベクトルの補正の概念を説明する図。

##### 【図7】

球オブジェクト対象とするインテンスノーマルベクトル画像を模式的に示した図。

##### 【図8】

第1の実施の形態におけるレタッチ画像生成処理の概念を説明する図。

##### 【図9】

インテンスノーマルベクトルに基づくレタッチ画像の一例を示す図。

##### 【図10】

ノーマルベクトルに基づくレタッチ画像の一例を示す図。

【図 1 1】

モンスターの後姿をレンダリングした陰影画像の一例。

【図 1 2】

図 1 1 に対応するレタッチ画像の例。

【図 1 3】

図 1 1 に対応するレタッチ画像の例

【図 1 4】

ブラシ画像の一例を示す図。

【図 1 5】

第 1 の実施の形態における処理の主な流れを説明するためのフローチャート。

【図 1 6】

第 1 の実施の形態におけるノーマルベクトル補正処理の流れを説明するためのフローチャート。

【図 1 7】

第 1 実施の形態におけるレタッチ画像生成処理の流れを説明するためのフローチャート。

【図 1 8】

第 2 の実施の形態における機能構成の一例を示す機能ブロック図。

【図 1 9】

サンプリング設定情報のデータ構成の一例を示す図。

【図 2 0】

レタッチ設定情報のデータ構成の一例を示す図。

【図 2 1】

サンプリングタイプの異なるレタッチ画像の例を示す図。

【図 2 2】

ランダムパターンを説明する概念図。

【図 2 3】

サンプリングカーブで設定されるサンプリング関数の概念を説明する図。



**【図 2 4】**

同じ陰影画像を元にしたサンプリングカーブオフセット量の異なるレタッチ画像の例を示す図。

**【図 2 5】**

ブラシロールの概念を説明する図。

**【図 2 6】**

ブラシリピートの概念を説明する図。

**【図 2 7】**

第 2 の実施の形態におけるレタッチ画像生成処理の流れを説明するためのフローチャート。

**【図 2 8】**

第 2 の実施の形態におけるレタッチ画像生成処理の流れを説明するためのフローチャート。

**【図 2 9】**

第 2 の実施の形態におけるサンプリング点設定処理の流れを説明するためのフローチャート。

**【図 3 0】**

第 1 の実施の形態における画像生成装置を実現するためのハードウェア構成の一例を示す図。

**【符号の説明】**

10 操作入力部

20 処理部

22 画像生成演算部

224 ノーマルベクトル補正部

226 レタッチ演算部

30 画像表示部

70 記憶部

710 オブジェクトデータ

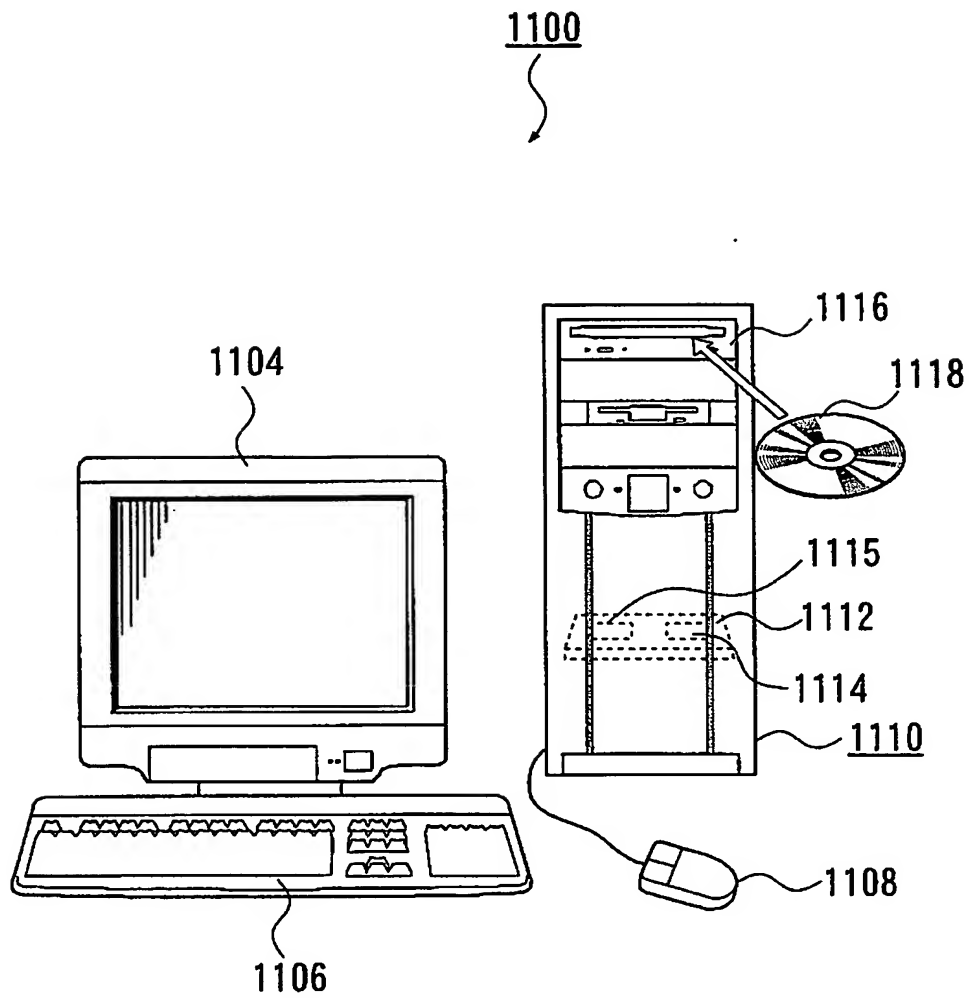
712 モデリングデータ

- 7 1 4 サンプリング設定情報
- 7 1 6 レタッチ設定情報
- 7 2 2 画像生成演算プログラム
- 7 2 4 ノーマルベクトル補正プログラム
- 7 2 6 レタッチ演算プログラム
- 7 3 1 ライティング設定
- 7 3 2 サンプリング点数
- 7 3 3 サンプリング輝度閾値
- 7 3 4 ブラシ画像
- 7 4 0 陰影画像
- 7 4 2 ノーマルベクトル画像
- 7 4 4 インテンスノーマルベクトル画像
- 7 4 6 レタッチ画像
- 1 1 1 2 演算処理ユニット
  - 1 1 1 5 描画バッファ
- A オブジェクト
- C 仮想視点
- L 光源
  - L g 緑色平行光源
  - L r 赤色平行光源
- O b 画像中心
- P サンプリング点
- V E 視線ベクトル
- V I インテンスノーマルベクトル
- V L 2 光線ベクトル
- V N ノーマルベクトル
- V S ブラシ方向

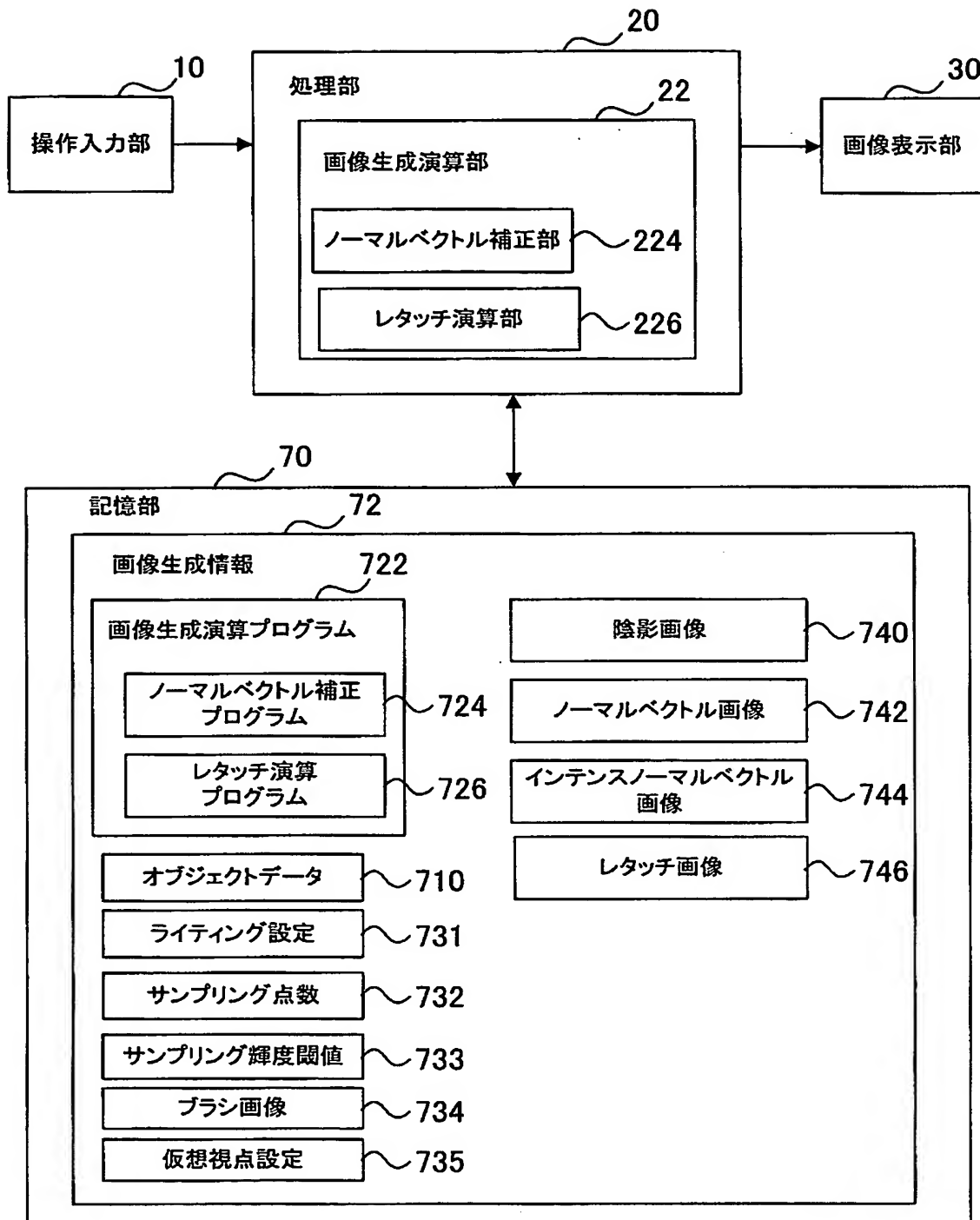
【書類名】

図面

【図 1】

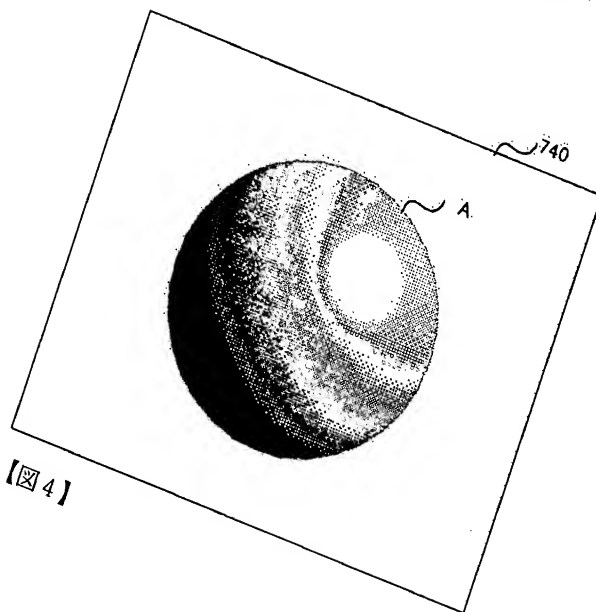


【図 2】

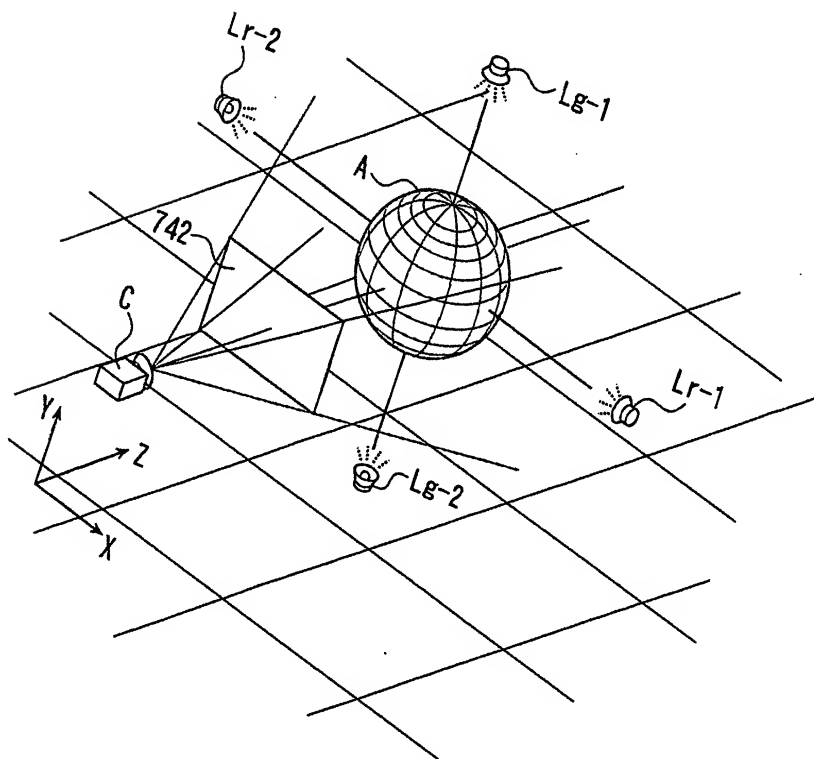


【図3】

特願2002-274155

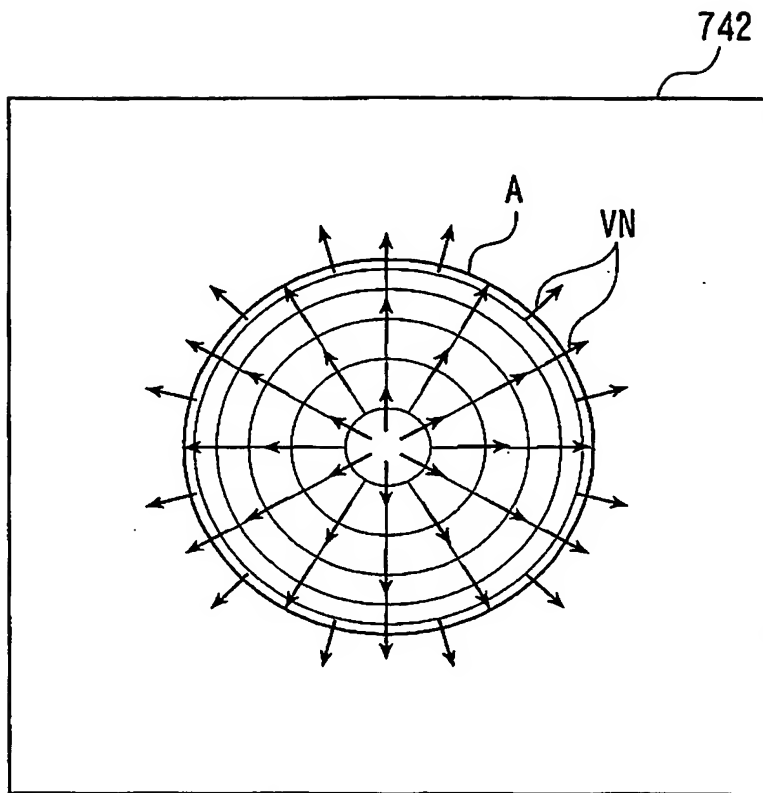


【図4】

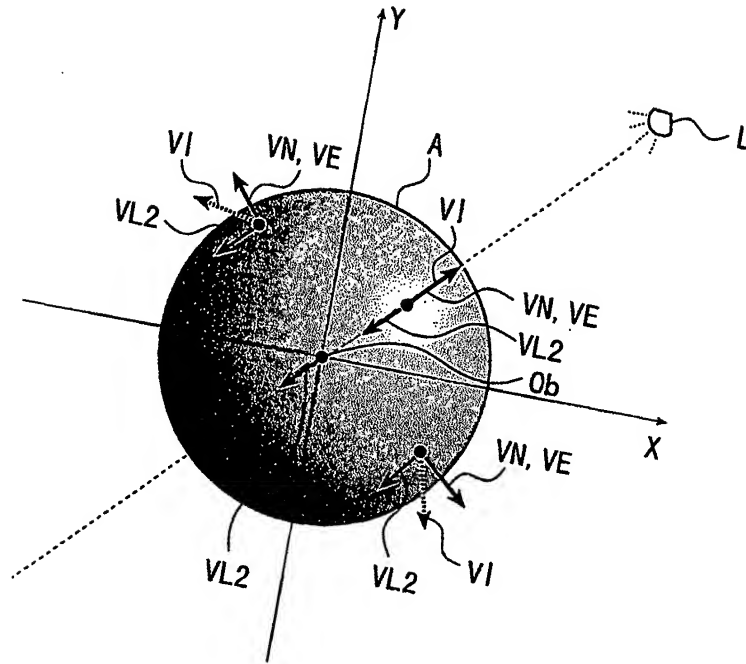


出証特2003-3062019

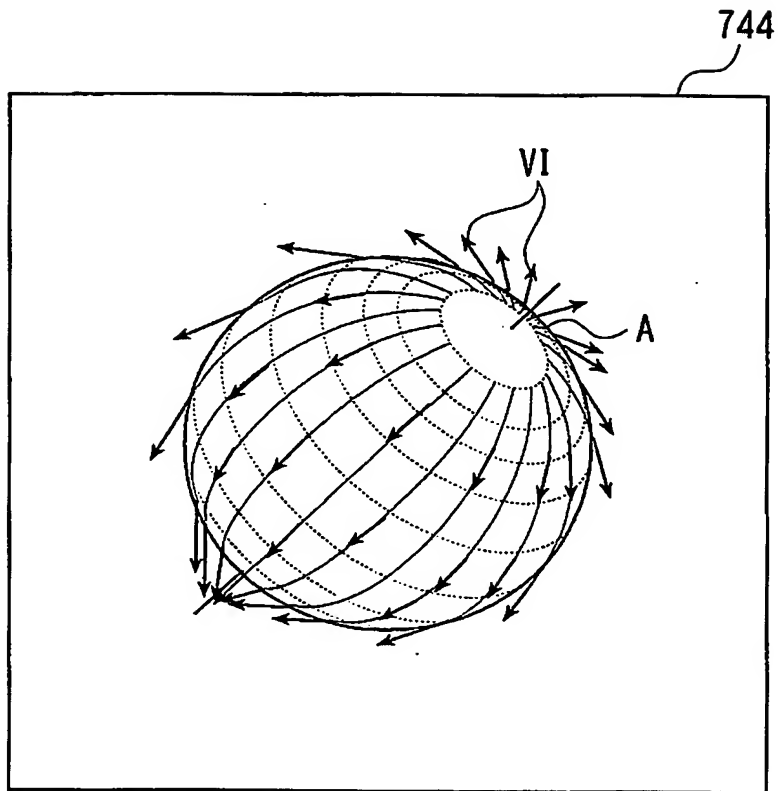
【図 5】



【図6】

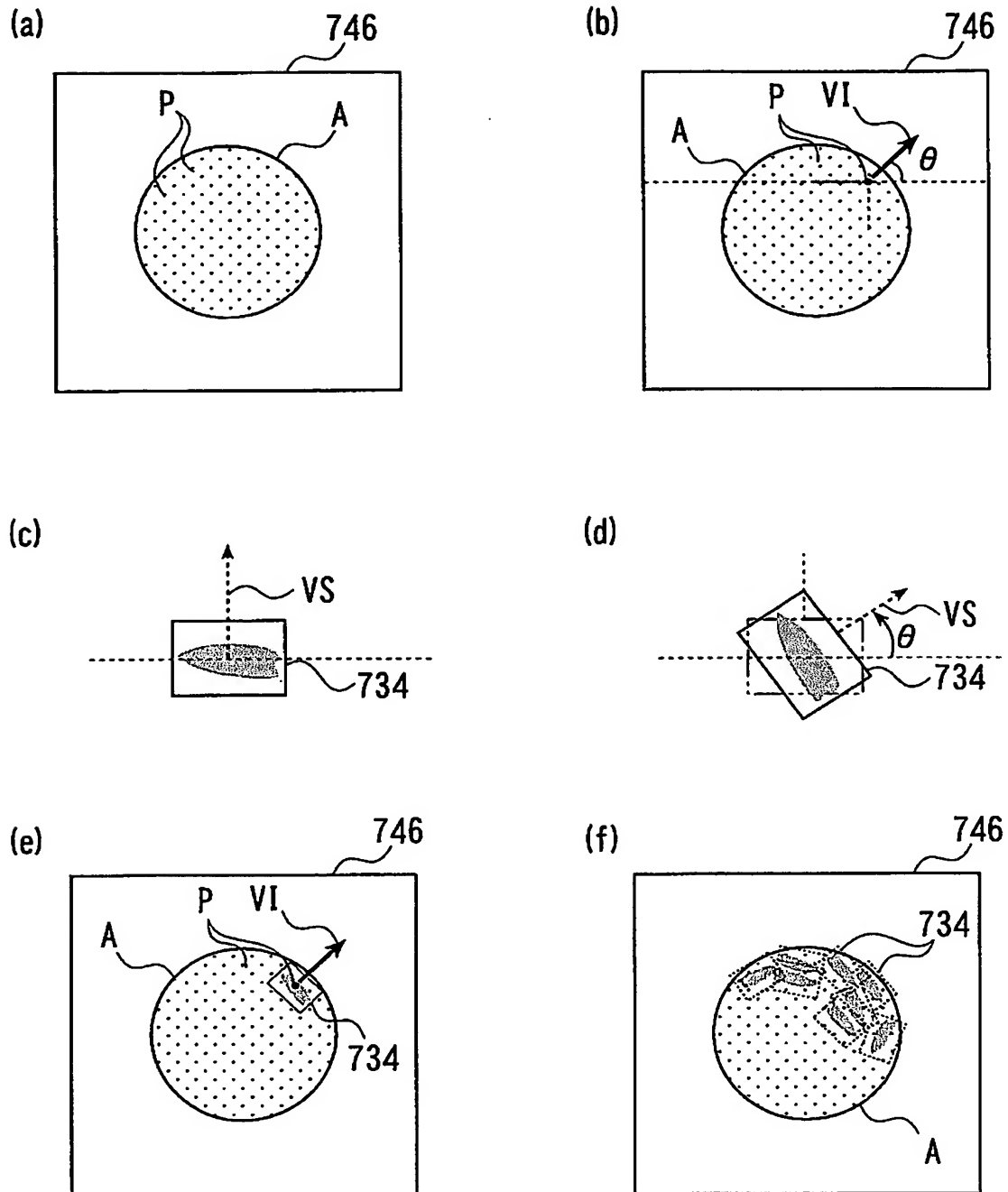


【図 7】

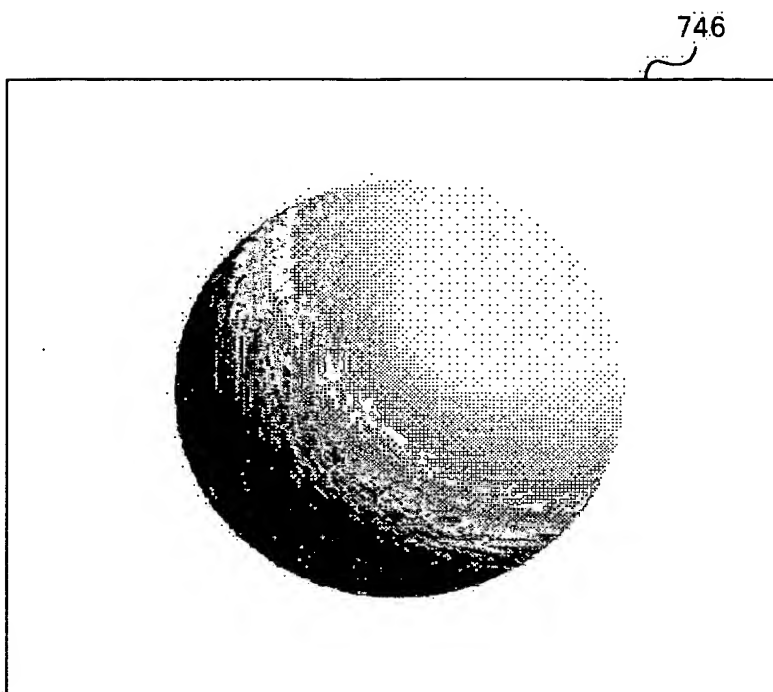




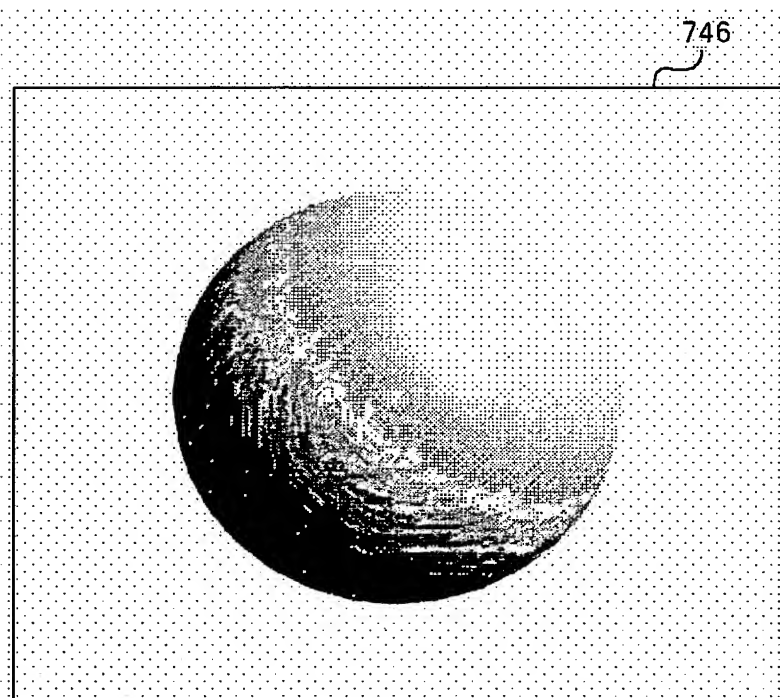
【図 8】



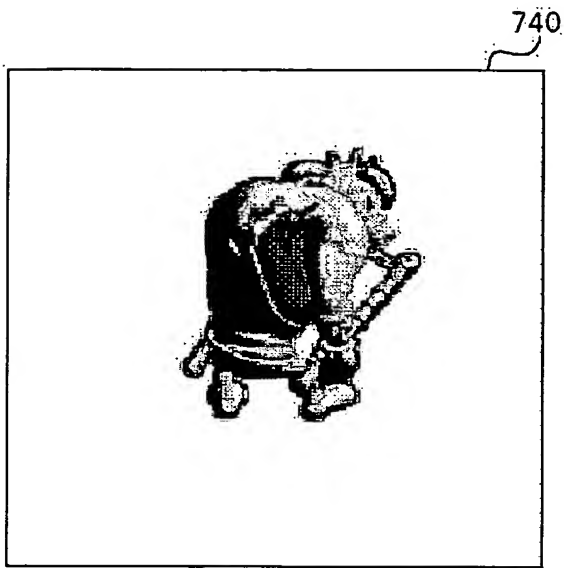
【図 9】



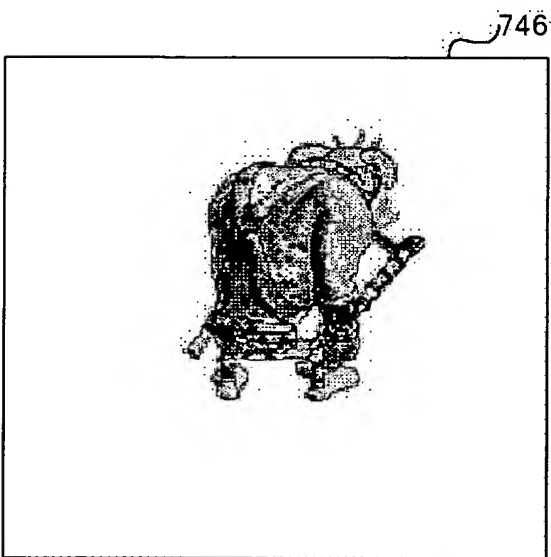
【図 10】



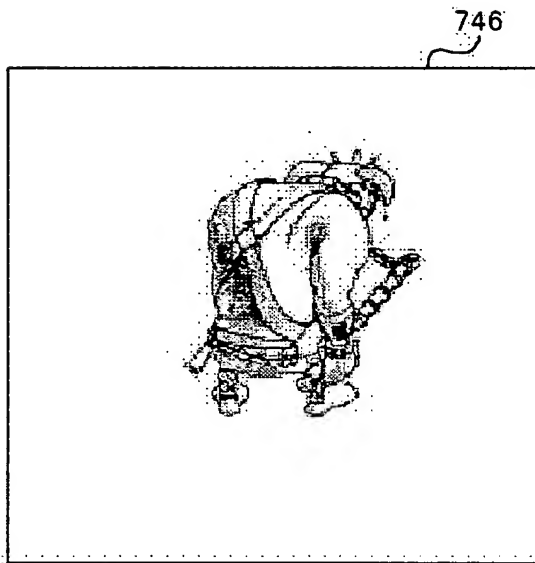
【図 11】



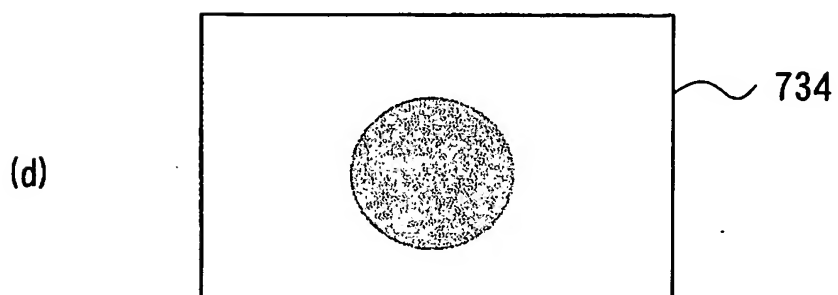
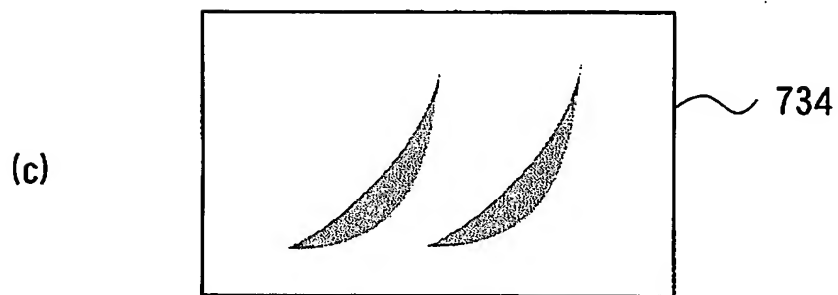
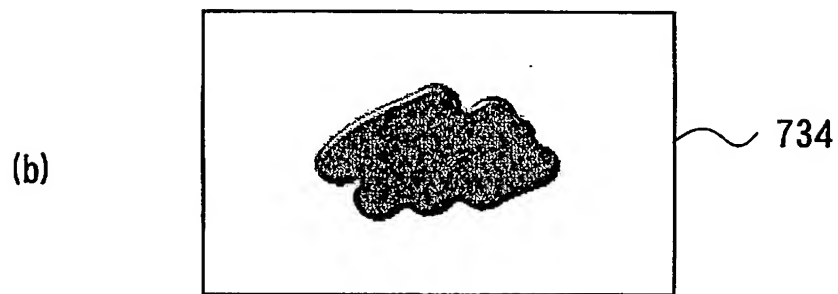
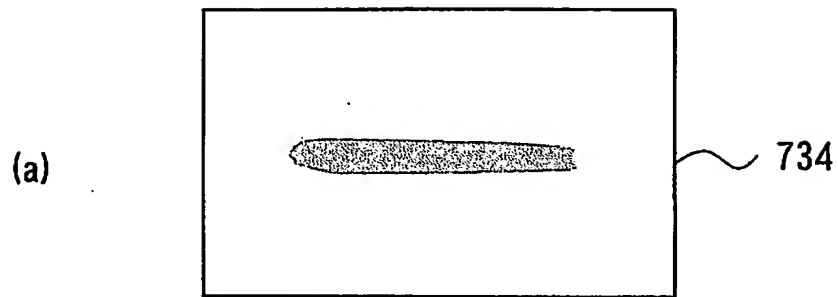
【図 12】



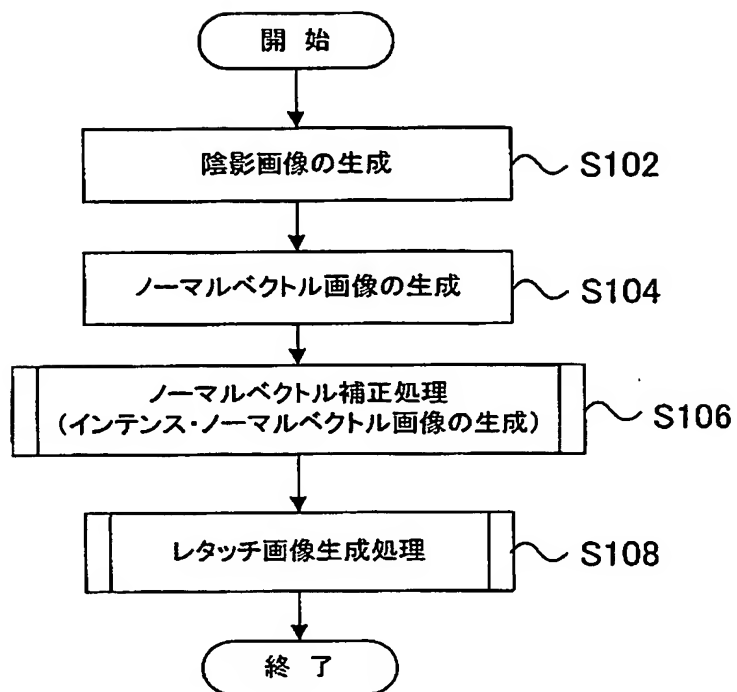
【図 13】



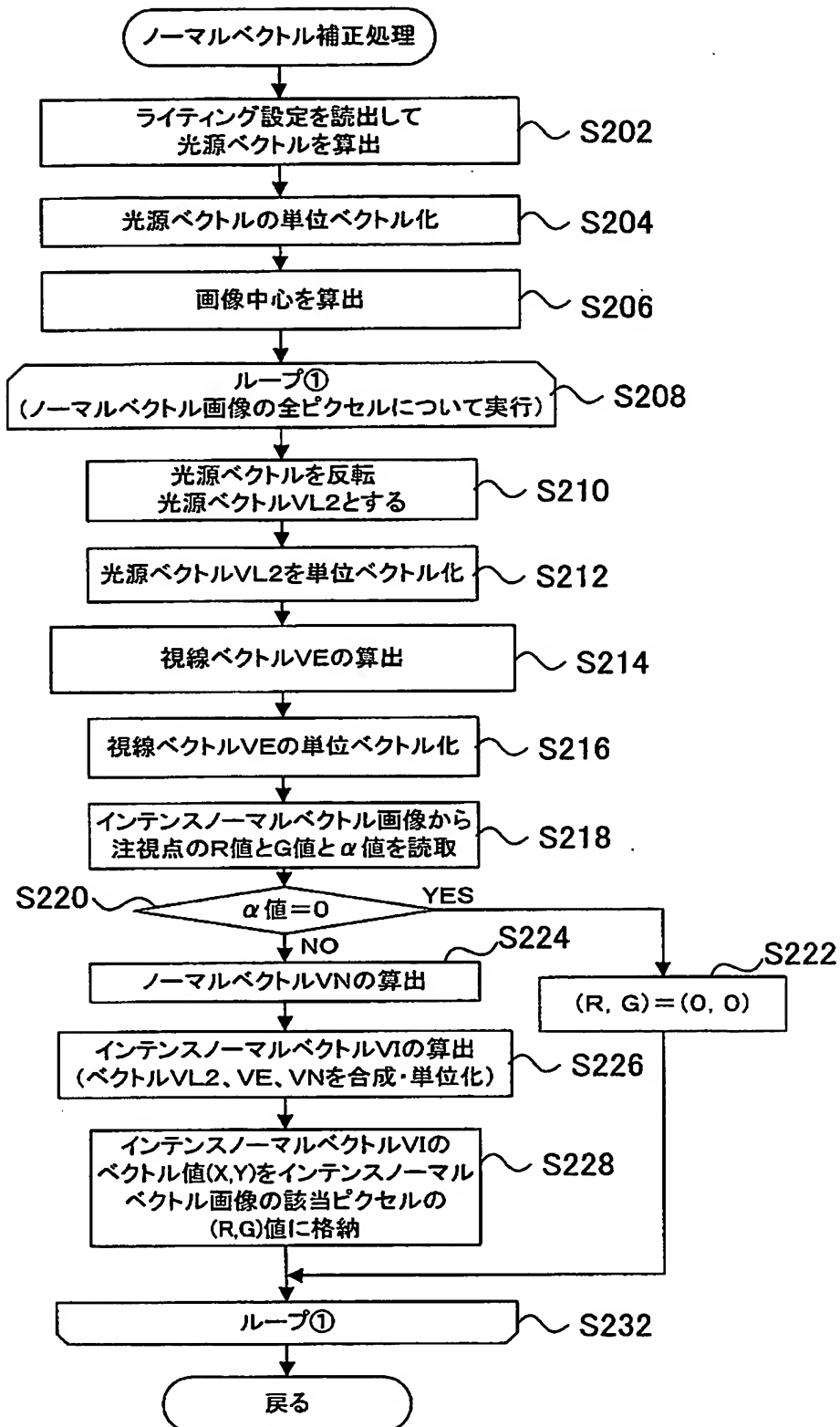
【図 14】



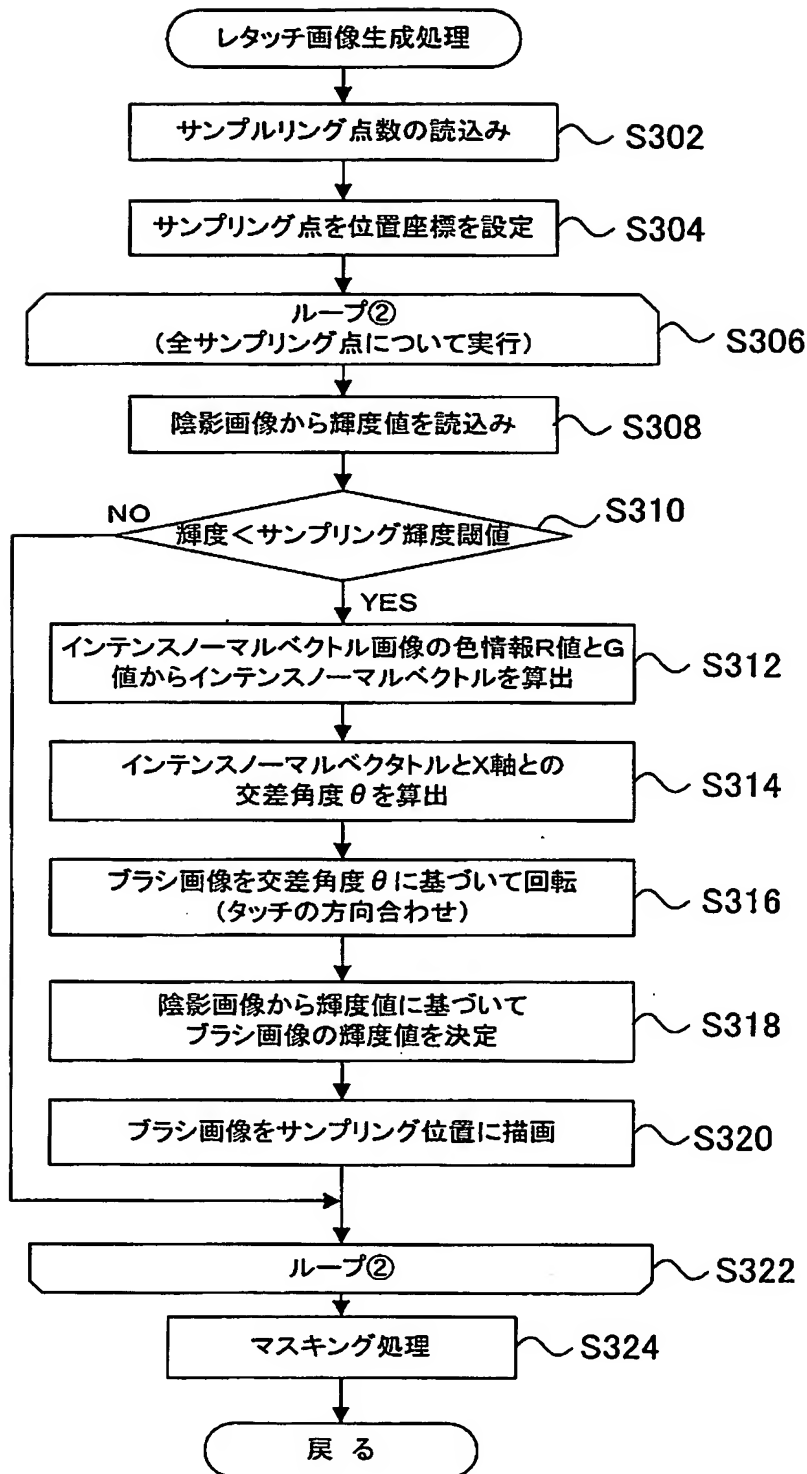
【図 15】



【図 16】

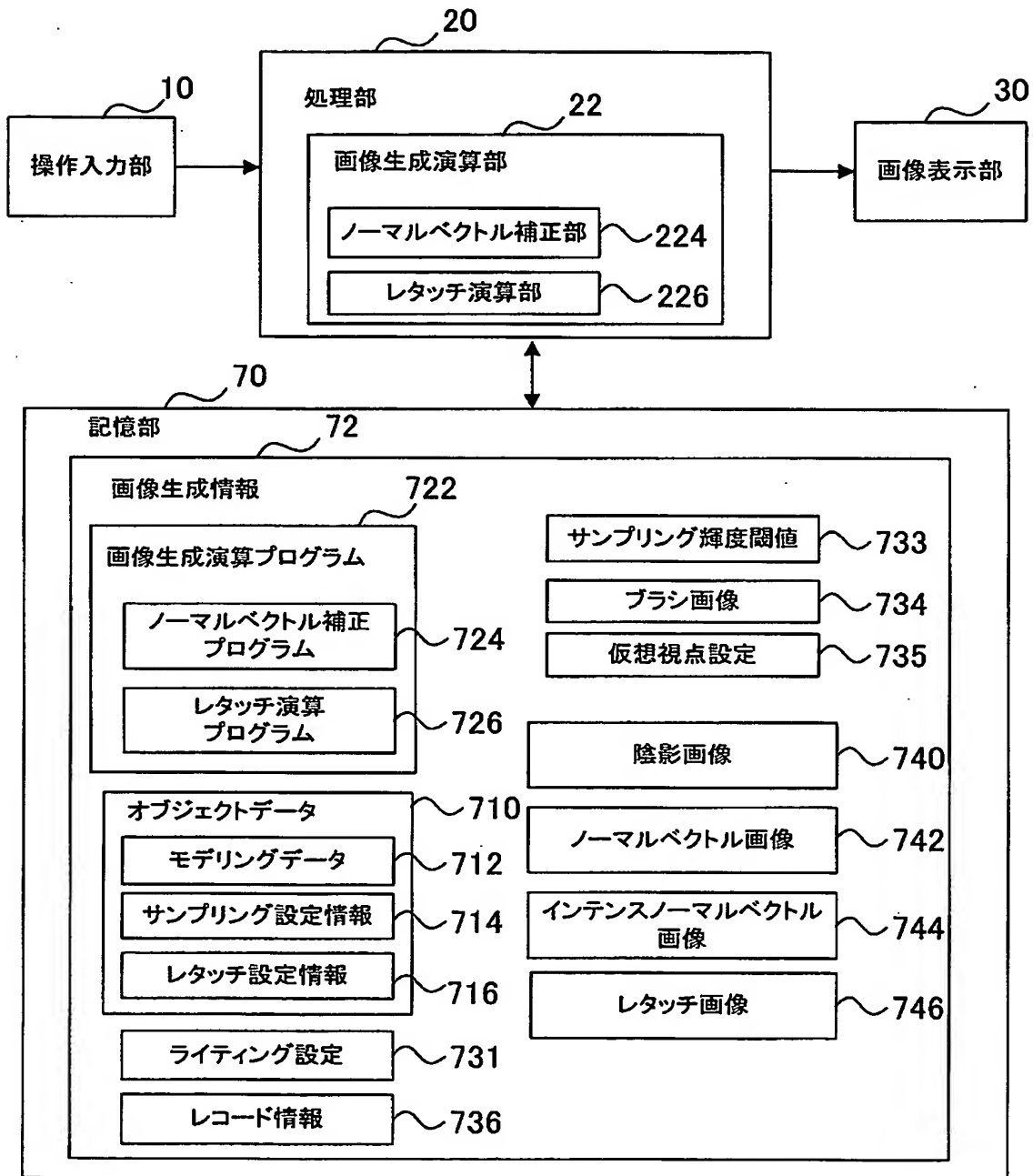


【図 17】





【図 18】



【図 19】

714

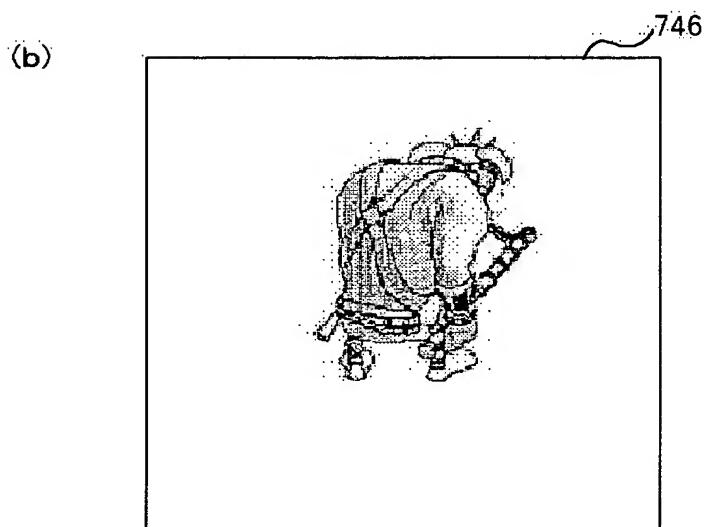
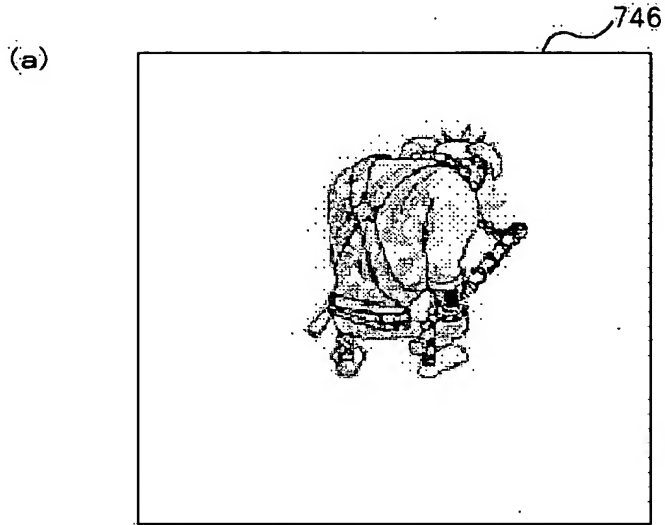
サンプリング設定情報	
714a	オブジェクトID ドラゴンA
714b	サンプリングイメージ インテンスノーマルベクタ画像
714c	サンプリングタイプ ランダム
714d	ランダムパタン ランダムii
714e	サンプリングカーブ カーブA
714f	サンプリングカーブ オフセット量 3
714g	サンプリング数 100

【図 20】

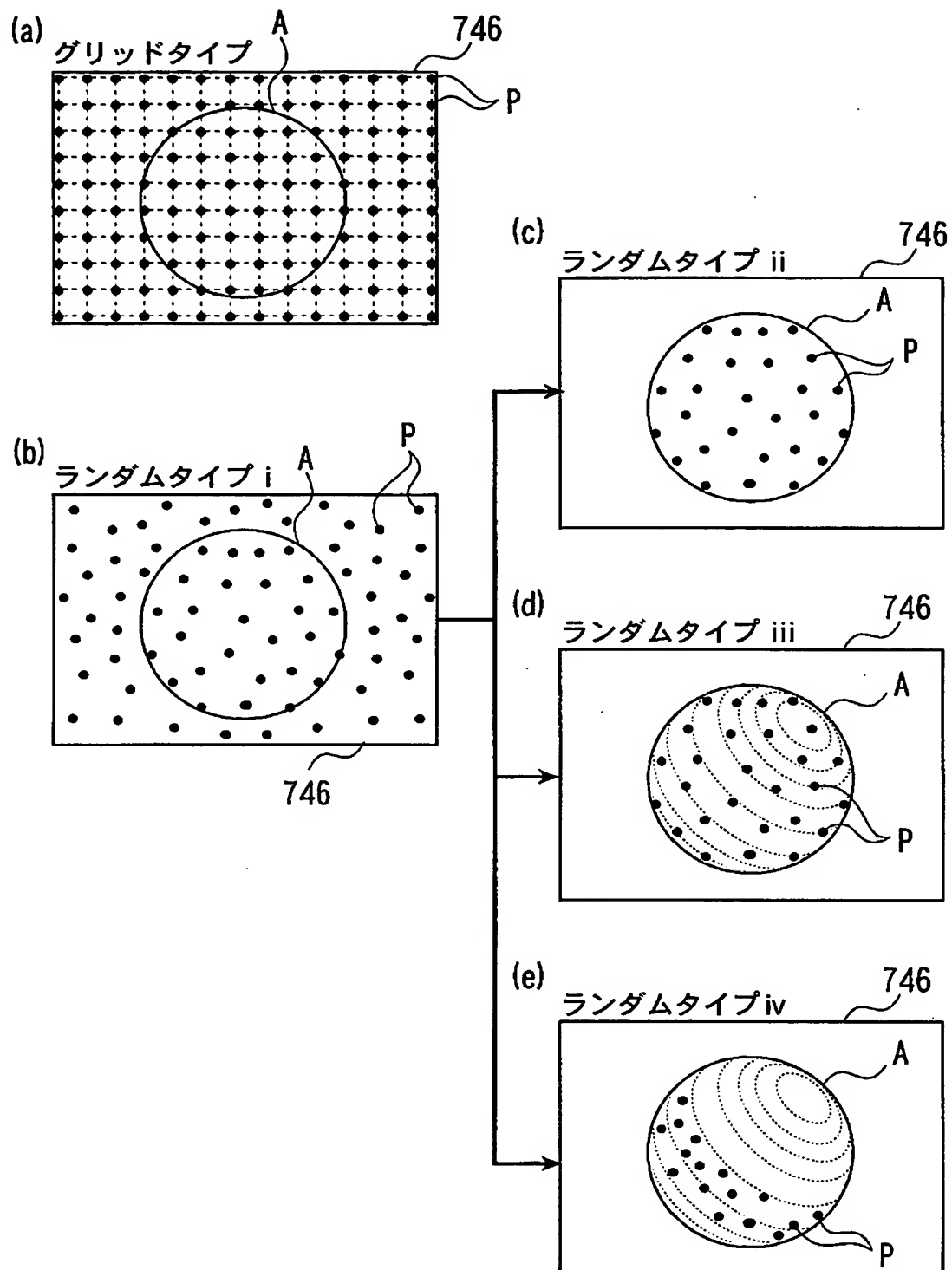
716

レタッチ設定情報		
716a	オブジェクトID	ドラゴンA
716b	使用ブラシ	bush_n11
716c	ブラシサイズ	100(%)
716d	ブラシロール	60(°)
716f	ブラシ移動範囲	15(ピクセル)
716e	ブラシリピート数	3
716g	ランダム設定方式	フレーム毎
716h	位置オフセット範囲	-5~+5(ピクセル)
716j	位置オフセット変化量	2(ピクセル)
716k	回転オフセット範囲	-7~+7(°)
716m	カラーサンプリング素材	ペイント画像
716n	カラーサンプリングカーブ	カーブA
716p	カーブオフセット	3
716r	ブラシカラー	(R, G, B)=(112, 150, 250)
716s	色数	256

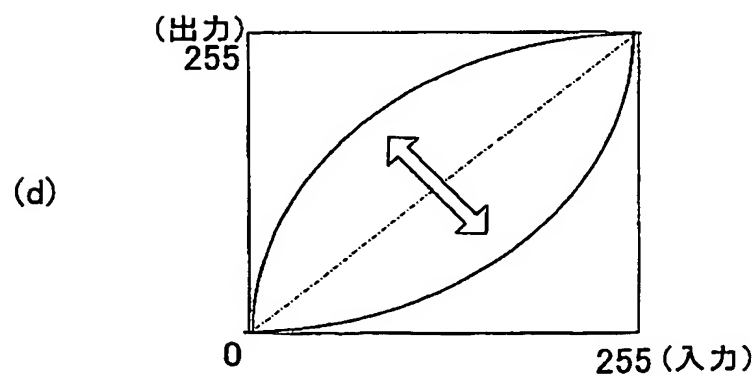
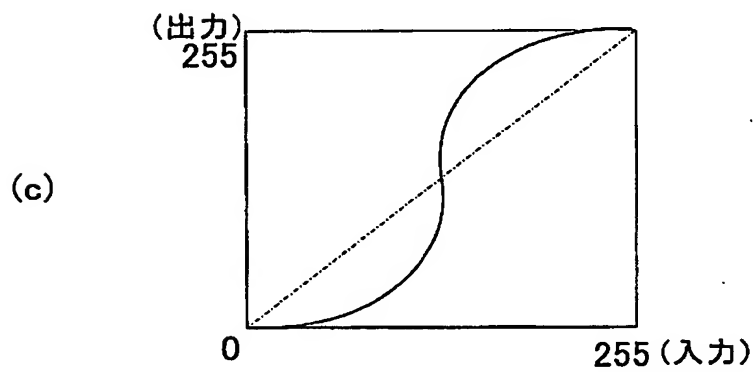
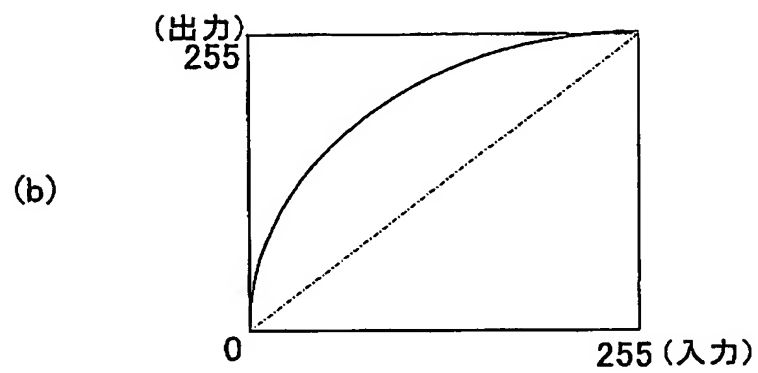
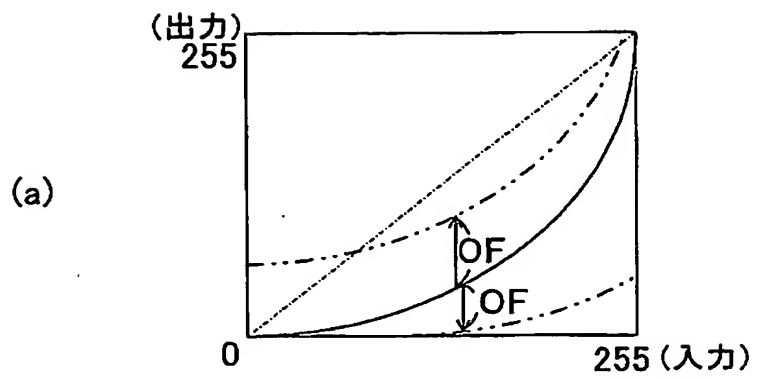
【図 21】



【図 22】

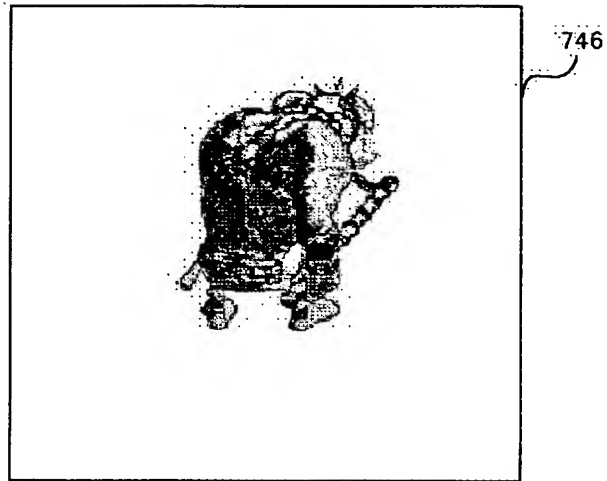


【図 23】

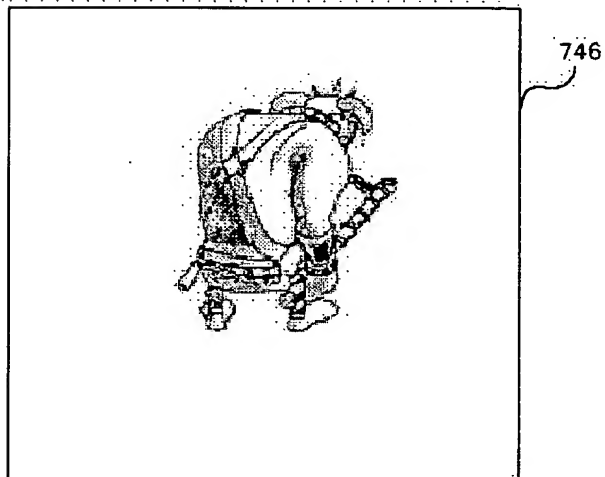


【図 24】

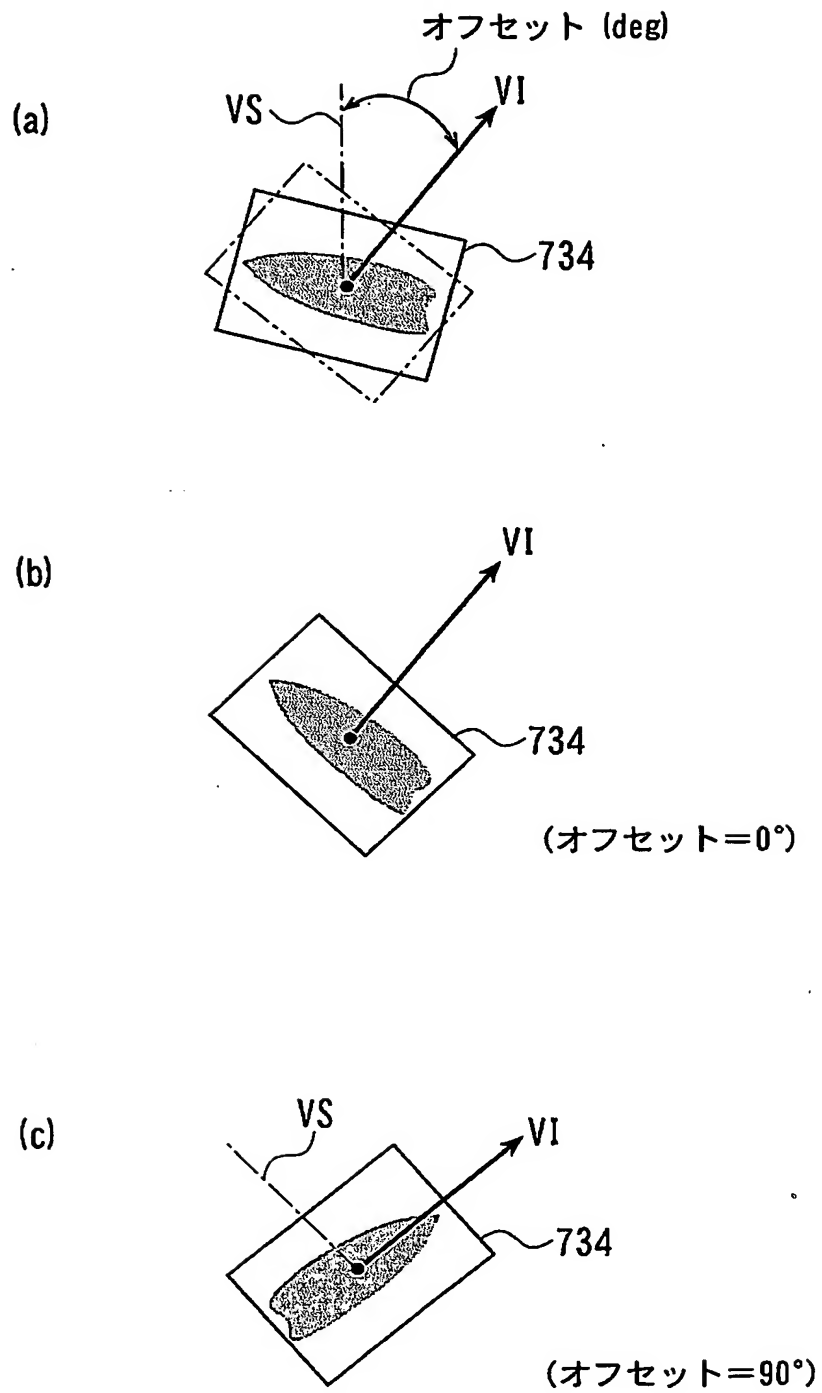
(a)



(b)

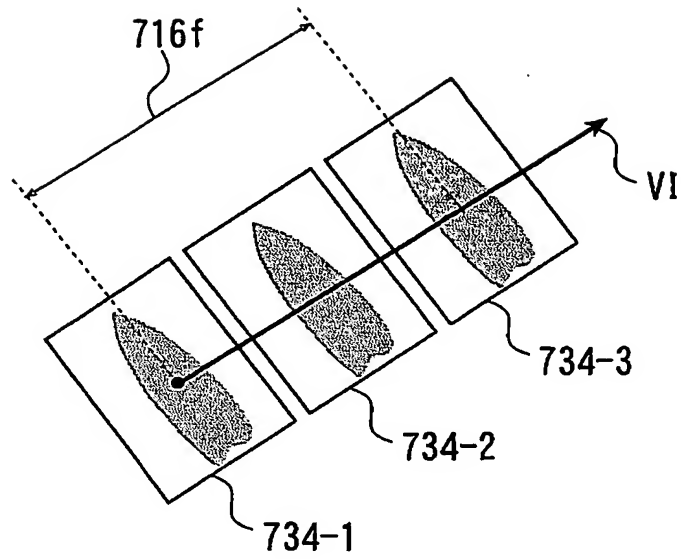


【図 25】

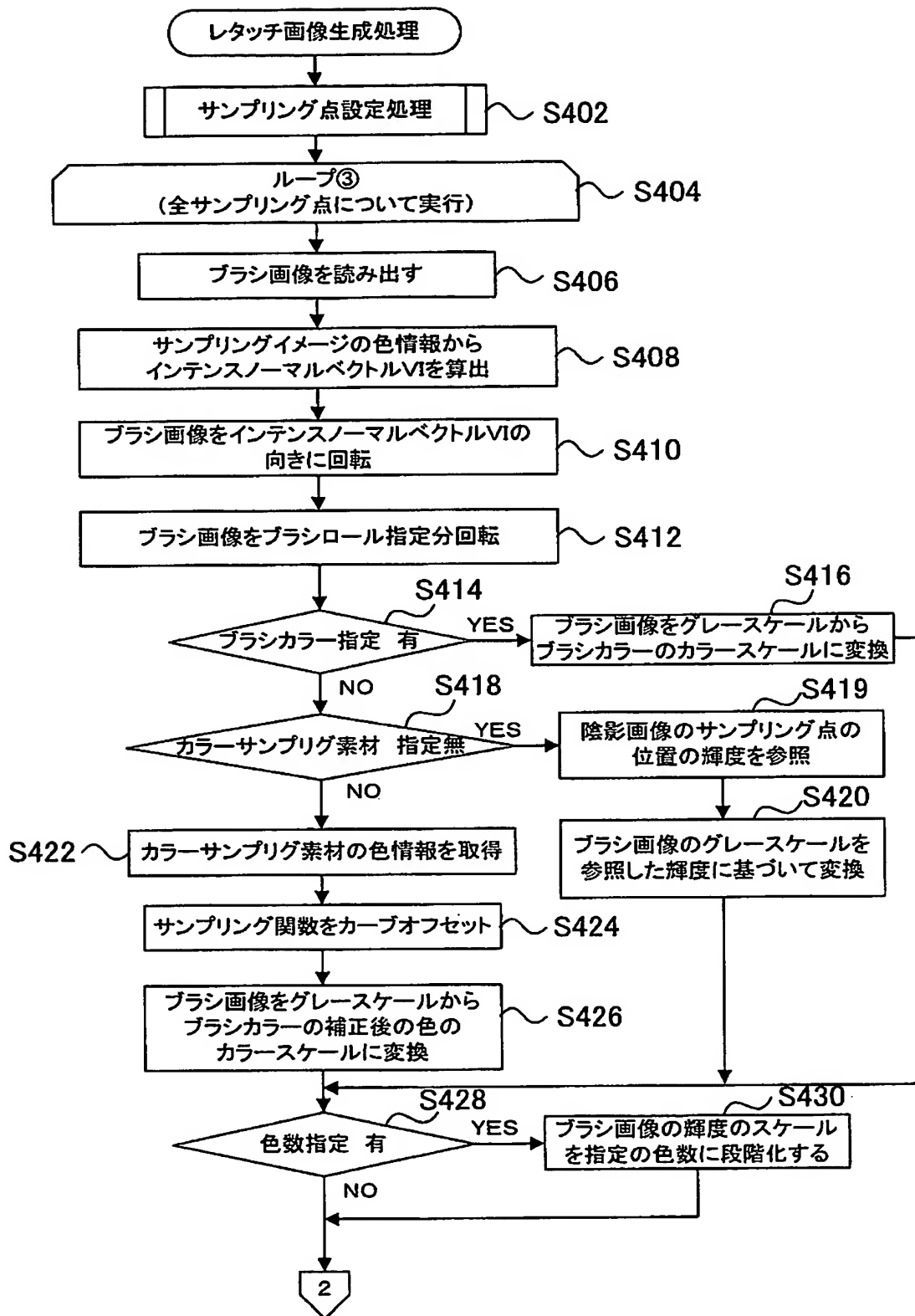




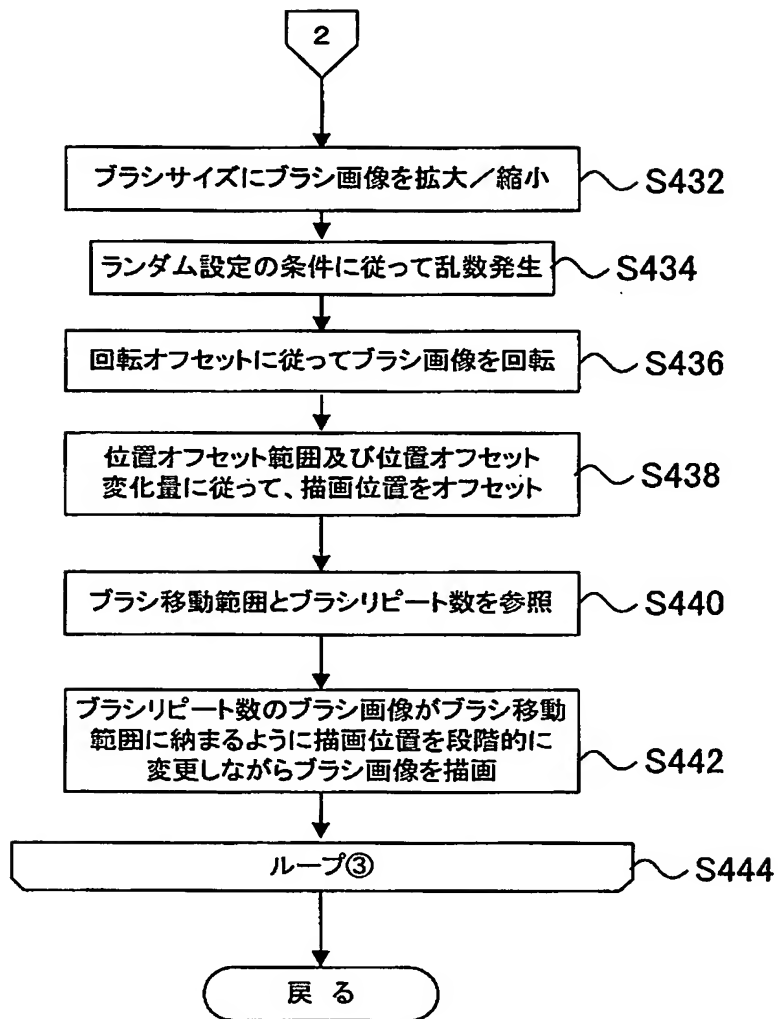
【図 26】



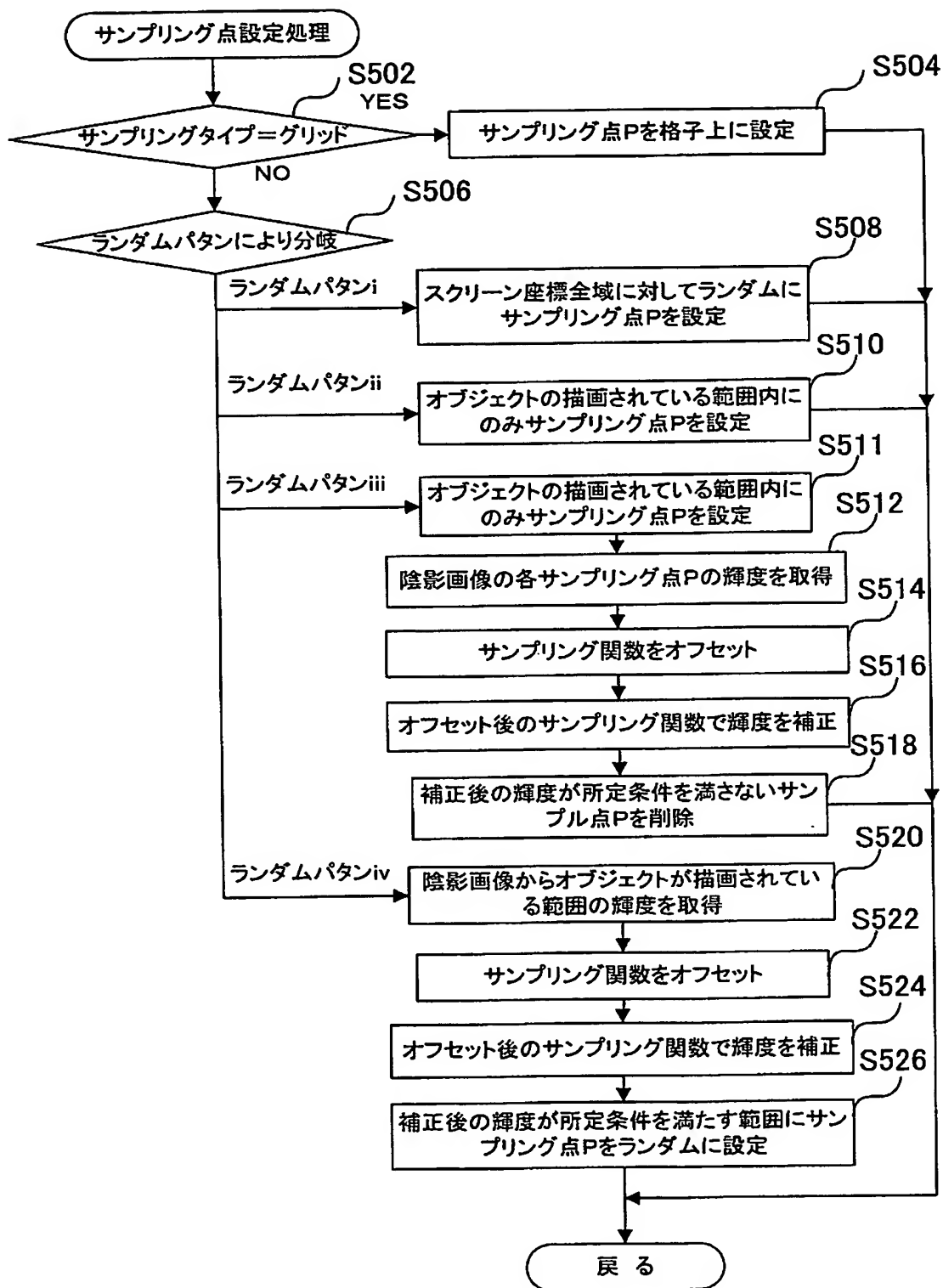
【図 27】



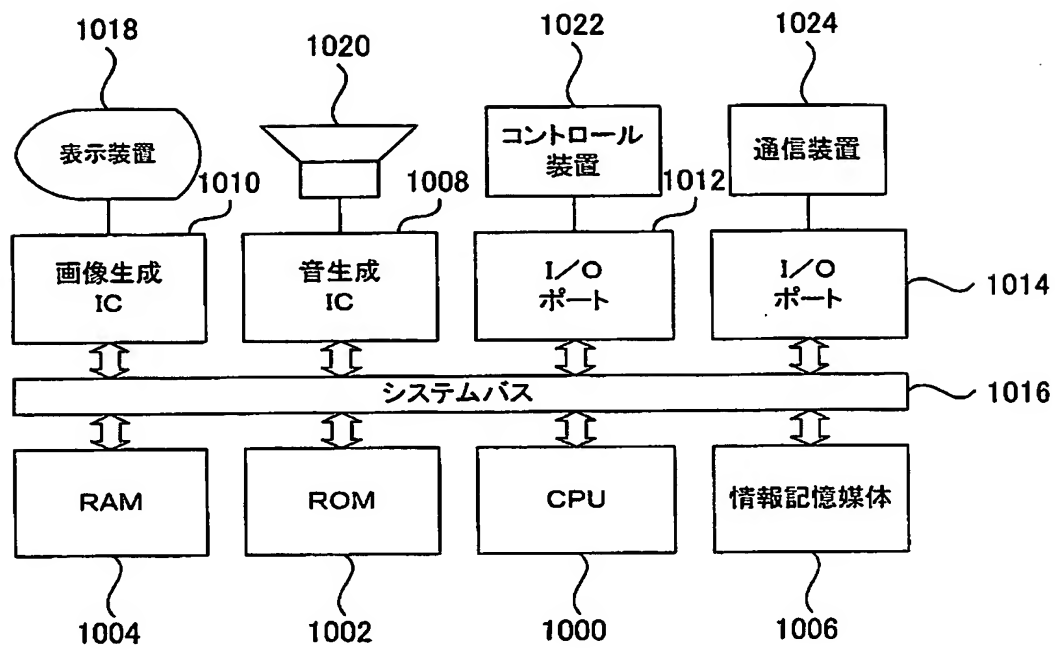
【図 28】



【図 29】



【図 30】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 オブジェクト空間に立体物を配置する場合において、絵画風の画像をより高速に作成すること。

【解決手段】 オブジェクト A（立体物）の面の法線情報をピクセルの色情報として格納するノーマルベクトル画像と、グレースケールの陰影画像を生成する。ノーマルベクトル画像からサンプリング点 P の色情報を取得しノーマルベクトル  $V_N$  を求め、光線ベクトル  $V_L$  と視線ベクトル  $V_E$  とに応じて変向し、インテンス＝ノーマルベクトル  $V_I$  を求める。インテンス＝ノーマルベクトル  $V_I$  の方向に、ブラシ画像を回転させ、サンプリング点 P の位置の陰影画像の輝度に応じてブラシ画像の輝度を設定して描画することによってレタッチ画像を生成する。

【選択図】 図 6

特願 2 0 0 2 - 2 7 4 1 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 1 3 4 8 5 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 3 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区多摩川 2 丁目 8 番 5 号

氏 名

株式会社ナムコ